



CHALMERS

Driftsäkerhetsanalys på Orkla Confectionery & Snacks

- Kartläggning samt riskbedömning av
produktionslinjer i fabriken i Kungälv

Högskoleingenjörsarbete inom Maskinprogrammet.

PATRIK GUSTAVSSON

HANNES RYLANDER

Driftsäkerhetsanalys på Orkla Confectionery & Snacks

Kartläggning samt riskbedömning av produktionslinjer i fabriken i Kungälv

Patrik Gustavsson

Hannes Rylander

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sweden 2015

Driftsäkerhetsanalys på Orkla Confectionery & Snacks
Kartläggning samt riskbedömning av produktionslinjer i fabriken i Kungälv
PATRIK M. GUSTAVSSON, HANNES J. RYLANDER

© PATRIK M. GUSTAVSSON, HANNES J. RYLANDER, 2015.

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Sweden

Driftsäkerhetsanalys på Orkla Confectionery & Snacks
PATRIK M. GUSTAVSSON, HANNES J. RYLANDER
Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling
Chalmers Tekniska Högskola

SAMMANFATTNING

Examensarbetet har utförts på Orkla Confectionery & Snacks Sverige ABs kexfabrik i Kungälv. I fabriken så används utrustning vars ålder varierar i stor omfattning. En stor del av utrustningen kommer från 80–90-talet vilket innebär att vissa komponenter börjar nå slutet i sin livscykel samtidigt som reservdelar är svåra att få tag på. Åldern på utrustningen innebär en ökad risk för haveri, där konsekvensen för ett sådant haveri i dagsläget inte är tillräckligt analyserad för att ge en ledning till var förbättringsarbetet gör störst nytta.

Arbetet har innefattat en kartläggning av utrustningen i anläggningen, med en avgränsning på produktionslinjerna 9, 10 och 26, samt framtagning av ett ramverk för riskbedömning av de betraktade komponenterna. Ramverket grundar sig i RCMs (Reliability Centered Maintenance) principer och verktyg, och är framtagen för att kunna analysera både mekaniska och elektroniska komponenter. Dock avgränsades test av metoden till att endast utföras på elkomponenter, installerade på de kartlagda linjerna.

Examensarbetet resulterade i en anpassad RCM, där de fem första stegen av RCM sju bassteg använts, och ledde till en prioriteringslista över de största riskerna bland elkomponenter installerade på linje 9, 10 och 26.

Över 300 komponenter utvärderades, varav nästan 100 stycken komponenter klassats som signifikanta och ett 40-tal av dem med ett Risk Priority Number högre än 10.

Metoden har lett fram till ett excel-baserat verktyg som företaget självt kan fortsätta tillämpa och utveckla, dels genom att också inkludera mekaniska komponenter, men i synnerhet för genomföra de två sista stegen i RCM, för att ta fram lämpliga underhållsstrategier.

Nyckelord: Reliability Centered Maintenance, RCM, Risk Priority Number, Risktal, RPN, Failure Mode and Effects Analysis, Feleffektsanalys, FMEA, Driftsäkerhetsanalys, Förebyggande underhåll.

SUMMARY

The thesis work has been performed at Orkla Confectionery & Snacks Sweden AB's biscuit factory in Kungälv. The age of the equipment used in the factory varies wildly. A large part of the equipment derives from the 80-90 century, which means that certain components are beginning to reach the end of their life cycle, and spare parts can be very difficult to obtain. The age of the equipment increases the risk of breakdown, where the consequence of an accident in the current situation is not sufficiently analyzed to give a lead to where improvements would yield the greatest benefits.

The work has included a survey of the equipment in the plant, used on the production lines 9, 10 and 26, as well as the development of a framework for risk assessment of the observed components. The framework is based on RCMs (Reliability Centered Maintenance) principles and tools, and is designed to be able to analyze both the mechanical and electronic components. However, testing of the method was only applied to electrical components installed on the surveyed production lines.

The thesis work resulted in a customized RCM, where the first five steps of RCM's seven basic steps was used, and led to a priority list covering the greatest risks amongst electrical components installed on production lines 9, 10 and 26.

Over 300 components were evaluated, of which nearly 100 components classified as significant and 40 of them with a Risk Priority Number higher than 10.

The method has led to the development of an Excel-based tool that the company itself can continue to apply and further develop. This can be done by including mechanical components, and by carrying out the last two steps of RCM: the development appropriate maintenance strategies.

Keywords: Reliability Centered Maintenance, RCM, Risk Priority Number, RPN, Failure Mode and Effect Analysis, FMEA, Proactive Maintenance.

FÖRORD

Under våren 2015 genomförde vi vårt examensarbete på Orkla Confectionery & Snacks i fabriken i Kungälv. När vi fick möjligheten att genomföra detta examensarbete, som innebar en praktisering inom driftsäkerhet i en spännande fabrik, så kändes det som en rolig uppgift för att slutföra vår högskoleingenjörsutbildning på Chalmers maskinprogram med inriktning mot produktion.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Anders Bosson, Automationschef, som introducerade oss till underhållsavdelning på Orkla Confectionery & Snacks och har hjälpt oss på plats när det behövs. Vi vill även tacka vår examinator och handledare Torbjörn Ylipää, samt Patrik Kerttu på ÅF som sammanförde oss som exjobbssökande med Orkla Confectionery & Snacks i detta spännande uppdrag.

Patrik Gustavsson, Hannes Rylander

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Precisering av frågeställning	2
2. Teoretisk referensram.....	3
2.1 RCM - en beprövad metod	3
2.2 Planering.....	5
2.2.1 Granskningsgrupper & RCM-specialister	6
2.3 De sju basstegen i RCM.....	6
2.3.1 Steg 1. Beskrivning av funktion	7
2.3.2 Steg 2. Beskrivning av felfunktion.....	8
2.3.3 Steg 3. Beskrivning av felsätt.....	9
2.3.4 Steg 4. Beskrivning av feleffekter.....	10
2.3.5 Steg 5. Beskrivning av konsekvens.....	13
2.3.6 Steg 6. Förebyggande underhåll	15
2.3.7 Steg 7. Default Actions	18
2.4 Resultat av en RCM-analys.....	20
2.4.1 Lagarbete inom underhållsarbetet	20
2.5 FMEA – Failure Mode and Effects Analysis	20
2.6 Prognostik.....	21
2.7 Alternativa Riskanalyser	21
2.7.1 FTA - Failure Tree Analysis	22
2.8 Streamlined RCM.....	22
3. Metod	23
3.1 Kartläggning av linje och dess komponenter	23
3.1.1 Linjekartläggning	23
3.1.2 Komponentidentifiering och funktionsutvärdering	23
3.2 Analys av Funktionsfel, Felsätt och Feleffekt.....	24
3.2.1 Identifiera funktionsfel och felsätt	24
3.2.2 Beskriv feleffekt.....	24
3.3 FMEA - Failure Mode and Effects Analysis.....	25

3.3.1	Kritikalitetsmatris	25
3.3.2	Bestämning av signifikanta komponenter, kritikalitetsfilter	26
3.3.3	Risktal.....	26
3.4	Exceldokument.....	29
3.5	Informationskällor	29
3.5.1	Idus	29
3.5.2	Observation	30
3.5.3	Arkivrum	30
3.5.4	Databaser på internet	30
4.	Resultat.....	31
4.1	Kartläggning.....	31
4.1.1	Kompletterande avgränsning.....	31
4.1.2	Linjeuppdelning	31
4.1.3	Komponentidentifiering	32
4.2	Komponentutvärdering.....	32
4.2.1	Funktionsfel och Felsätt	32
4.2.2	Feleffektsanalys.....	32
4.3	Informationsinsamling	34
5.	Diskussion	35
5.1	Komponentidentifiering	35
5.2	Kompletterande avgränsning i kartläggning	35
5.2.1	Funktionsbeskrivning	36
5.2.2	Funktionsfel.....	36
5.2.3	Felsätt	36
5.3	Kritikalitetsfilter	37
5.4	Kompabilitet.....	37
5.4.1	Lagringstid för komponenter.....	38
5.5	RCM som utgångspunkt för metod	38
5.6	Mätvärden.....	39
5.6.1	Tillgänglighet	40
5.6.2	Kostnad.....	40
5.6.3	Produktivitet	40
5.6.4	Kvalitet	40

5.7 Prioriteringslista	41
5.7.1 Sannolikhet.....	41
5.7.2 Konsekvens	42
5.7.3 Upptäckssannolikhet	42
6. Slutsats	43
6.1 Största riskerna ur en driftsäkerhetssynpunkt	43
6.2 Anpassning av RCM	43
6.3 Mätvärden.....	43
6.4 Rekommendationer	43
Litteraturförteckning	45
Bilaga A.....	i
Linjekarta 9	i
Linjekarta 26	i
Bilaga B.....	i
Komponentlista linje 9, A-F.....	i
Komponentlista linje 10, A-F.....	iii
Komponentlista linje 26, A-F.....	v
Bilaga C.....	i
Komponentlista linje 9, G-U	i
Komponentlista linje 10 G-U	iii
Komponentlista linje 26 G-U	v
Bilaga D.....	i
Prioriteringslista linje 9	i
Prioriteringslista linje 10	ii
Prioriteringslista linje 26	iv

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Orkla Confectionery & Snacks Sverige AB är marknadsledare i Norden inom kex och snacks, med välkända varumärken som OLW och Göteborgs kex. I deras anläggning i Kungälv tillverkas kex och kakor. Aldern på anläggningens utrustning varierar i stor omfattning. En stor del av utrustningen kommer från 80- och 90-talet vilket innebär att vissa komponenter börjar nå slutet i sin livscykel samtidigt som deras produktserier fasats ut och reservdelar är svårare att få tag på.

Eftersom vissa av dessa komponenter är svåra att få tag på kan ett haveri innebära långa produktionsstopp på en linje. Vid anskaffning av ersättningsprodukter kan det medföra att ny kunskap behövs, vilket också innebär en problematik för produktionen om detta inte förebyggs. I dagsläget så är inte konsekvenserna av ett haveri tillräckligt analyserade eller konkretiserade, och utgör därför en stor osäkerhet i var investeringar och förbättringar i anläggningen gör störst nytta.

1.2 Syfte

Examensarbetet syftar till att utvärdera var det är störst risk för kritiska komponentfel befinner sig ur ett driftsäkerhetsperspektiv. Vidare syftar arbetet till att ta fram en prioriteringslista som visar vilka enheter som har störst behov av att en åtgärd vidtas.

1.3 Avgränsningar

Examensarbetet omfattar en kartläggning av elkomponenter installerade på tre av anläggningens 16 produktionslinjer (linje 9,10 och 26). Kartläggningen följs av en riskanalys på samtliga identifierade linjer, för att avgöra var de största riskerna ur en driftsäkerhetssynpunkt syns längs linjen.

Den anpassade analysmetoden grundas i de fem första basstegen från RCMs sju bassteg. Den framtagna metoden ska vara bred nog för att kunna analysera mekaniska komponenter såväl som elkomponenter, även om den bara kommer testas på elkomponenter installerade på de tre betraktade produktionslinjerna.

Eftersom arbetet inte fördjupar sig i de två sista stegen i RCM så tar arbetet inte hänsyn till vilka åtgärder som bör utföras för att förebygga fel, samt vilka åtgärder som bör utföras ifall fel inträffar. Detta innebär att arbetet inte tar hänsyn till kostnader för produktionsbortfall i resultat av produktionsstopp, och kostnader för reparation i form av arbetstimmar.

1.4 Precisering av frågeställning

Vi ska under examensarbetsperioden anpassa en arbetsmetod utifrån RCM-konceptet som kan användas för att ge ett underlag för strategiska prioriteringar i förbättringsarbetet, som förbättrar förutsättningarna att minska/eliminera riskerna för kritiska komponentfel. Detta leder till följande frågeställningar:

- ❖ Var bland de granskade produktionslinjerna befinner sig de största riskerna ur en driftsäkerhetssynpunkt?
- ❖ Hur kan RCMs principer och verktyg anpassas för att verka optimalt för den rådande situationen?
- ❖ Vilka mätvärden är relevanta att betrakta när man ska utvärdera sannolikheten, konsekvensen och upptäckssannolikheten av ett felsätt?

2. TEORETISK REFERENS RAM

I denna teoretiska referensram så kommer en vetenskaplig grund för arbetet att presenteras, som i huvudsak består av den beprövade metoden Reliability Centered Maintenance.

Metoden RCM, Reliability Centered Maintenance, började utformas av den civila flygindustrin, en industri som hade mycket höga prestationskrav för sina komplexa konstruktioner. En viktig publikation och utvecklingsblock kom från USA:s försvarsdepartement - United Airlines, som beskrev hur metodiken använts inom flygindustrin, och samma metoder blev senare anpassade för övrig industri och kallades RCM2. RCM2, publicerad av John Moubray i den första upplagan 1991 och sedan redigerad till andra upplagan 1997, är en bok om ingenjörsmetodik för produktionsindustri vars teori kommer att beskrivas mer ingående i kommande kapitel. En mängd andra aktörer har på senare tid kommit med publikationer för hur RCM har implementerats och anpassats på andra ställen, och relevanta delar av dessa ingår också i denna teoretiska referensram.

2.1 RCM - en beprövad metod

Underhållsarbetet har förändrats radikalt under de senaste decennierna, kanske ännu mer än någon annan ledningsdisciplin. Detta som en följd av mer komplexa konstruktioner med fler ingående komponenter än tidigare, vilket innebär en ökad svårighetsgrad att underhålla detta effektivt. Utvecklingen har drivits på av den ökade medvetenheten kring hur ett driftfel påverkar säkerhet och miljö, ökade insikt i hur underhållsarbete hör starkt samman med produktkvaliteten och ett ökat tryck på tillgänglighet i en produktion, samt att kontrollera kostnader (Moubray, 1997).

Sedan mitten av sjuttioalet så präglades industrierna av nya förväntningar, ny teknik och ny forskning. *Downtime*, produktionsstopp var ett stort bekymmer, och ännu större för de system som börjat tillämpa en just-in-timeprincip och minskad lagerhållning (Moubray, 1997).

För att förstå varför RCM är användbart så är det relevant att granska hur trender för underhållsarbete i industrin sett ut tidigare och varför utvecklingen skett i den riktning som den har gjort.

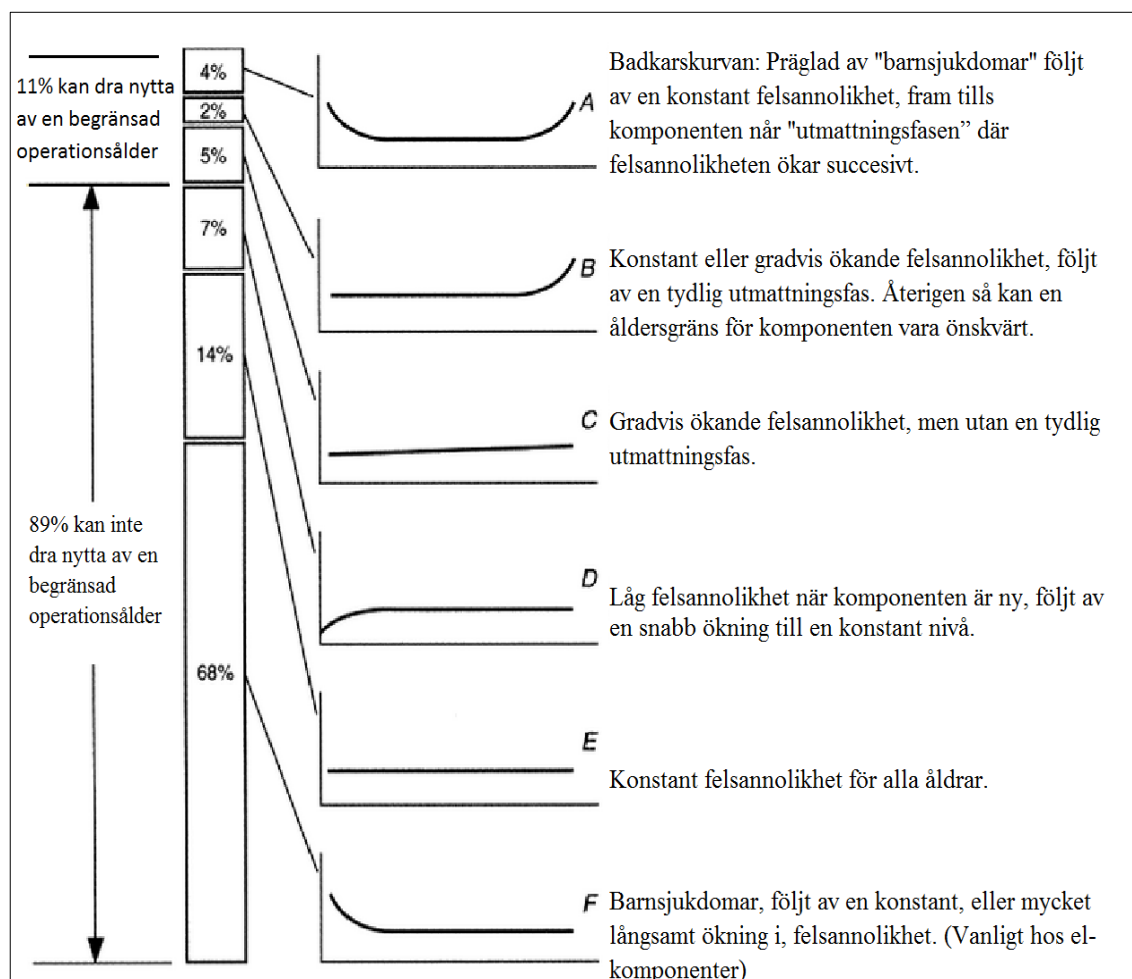
Förebyggande underhåll (FU) är utförandet av inspektionen och/eller service som är planerad att utföras vid specifika tidpunkter, i syftet att behålla funktionerna i utrustning eller system. Det blandas ofta ihop med, men skiljer sig från avhjälpan underhåll (AU) som är utförandet av oplanerade (dvs. oväntade) underhållsuppgifter för att återställa funktionen i utrustning eller system med felsymptom.

Förebyggande underhåll delas upp i fyra uppgiftskategorier:

- ❖ **Tidsbaserat**, syftar till direkt felförebyggande underhåll.
- ❖ **Tillståndsbaserat**, syftar till att upptäcka utbrott av ett fel eller felsymptom
- ❖ **Felsökande**, syftar till att upptäcka dolda fel innan ett operativt behov
- ❖ **Körning till fel**, innebär ett medvetet beslut om att köras till funktionsfel eftersom de andra alternativen inte är möjliga eller inte är lika ekonomiskt gynnsamma.

(Hinchcliffe & Smith, 2004).

Den generella tanken i FU är att om underhållet går att utföra, så bör det göras. Detta grundas i en föråldrad syn att nio utav tio produkter följer den s.k. *badkarskurvan*, kurva A i figur 1. Som visat i figuren, som är baserad på en studie från USA-Air Lines, så är det i själva verket bara en ytterst liten fraktion av komponenterna som följer badkarskurvans mönster.



Figur 1 – Olika komponenters typer av fel-intensitetskurvor i förhållande till tiden, baserade på studier från USA Airlines framtagen 1968 (Hinchcliffe & Smith, 2004).

Liknande mönster visades av senare studier på data från svenska flygindustrin, samt data från USA Navy. Dessa studier pekar alltså åt att det arbete som FU syftar att utföra, endast är lönsamt för en liten del av komponenterna i ett system (Hinchcliffe & Smith, 2004).

Skillnaden mellan FU och RCM beskrivs ofta som att FU är "utrustningsbaserat underhåll", medan RCM är "funktionsbaserat underhåll". Detta innebär en skillnad i resultaten som metoderna genererar:

- ❖ Underhållet i förebyggande underhåll syftar att bibehålla utrustningen i sitt ursprungliga skick, för att undvika "utmattningsfasen" i badkarskurvan. Detta leder till att arbetet som utförs ofta är onödigt, och ibland även resulterar i en negativ effekt på utrustningen, då utrustningen kan komma att hamna i inkörningsfasen igen.

- ❖ När reparationer och investeringar istället utgår ifrån att ett funktionsbaserat tankesätt, alltså att ett systems funktion ska bevaras, så utförs underhåll endast där det klargjorts att det hjälper, och därmed behövs (Hinchcliffe & Smith, 2004).

I RCMs grundprinciper urskiljs två typer av underhållsstrategier:

- ❖ **Intervallbaserat underhåll**, antingen tidsbaserat eller cykelbaserat.
- ❖ **Tillståndsbaserat underhåll**, syftar till att upptäcka utbrott av ett fel eller felsymptom.

För att en sådan underhållsstrategi ska kunna användas på ett system eller en komponent så behöver utförandet av uppgiften fylla två stycken baskrav. Uppgiften måste **vara möjlig att utföra**, och uppgiften måste **minska risken för funktionsfel** samtidigt som den är **kostnadseffektiv**. Om det inte går att hitta en sådan underhållsstrategi så anses **körning till fel**, alltså avhjälpande underhåll, att vara acceptabel (Al-Turki, et al., 2014).

2.2 Planering

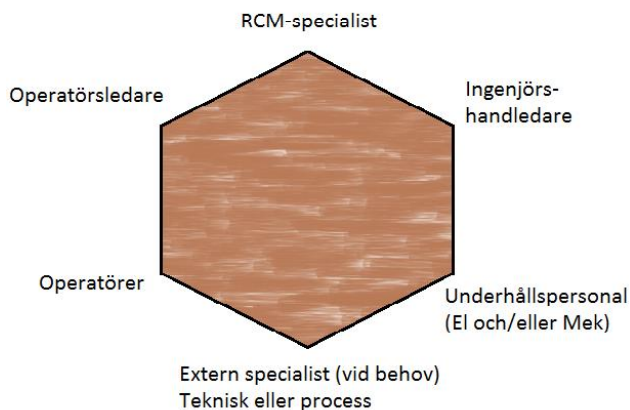
Innan en analys påbörjas så krävs en noggrann planering. Ett anläggningsregister måste förberedas. Många företag har redan ett system för att dokumentera vilka komponenter som är i bruk, och därmed ett användbart register. Annars måste ett inledande förarbete ägnas åt att identifiera komponenter och komplettera anläggningsregistret. Utöver det så finns ett par nyckelelement för planeringsarbetet, såsom att:

- ❖ Bestämma vilka delar av ett producerande system som är mest troliga att ha nytta av en RCM-analys.
- ❖ En insamling av de resurser som krävs för att genomföra arbetet, t.ex. bestämma vem som ska genomföra en analys och se till att de har tillräcklig kunskap inom RCM.
- ❖ Göra tydliga ramar för vad RCM-analysen omfattar för alla inblandade, och även att alla vet om hur, när och varför arbetet utförs.

(Moubray, 1997).

2.2.1 Granskningsgrupper & RCM-specialister

En granskningsgrupp består av ett lag av personer, med blandade kunskaper, från olika områden. Deras huvuduppgift är att svara på de sju basfrågorna. De som bör ingå i gruppen är de som har bäst förståelse för hur en maskin/komponent fungerar i sitt sammanhang. Minst en operatör från det betraktade systemet och en person från underhåll ska ingå. Ofta kan en granskningsgrupp bestå av en liknande konstellation vad som visas i Figur 2.



Figur 2 – Exempel på modell för Granskningsgrupp (Moubray, 1997).

I varje grupp ingår också en RCM-specialist vars roll är att ha en spetskompetens mot RCMs ramverk. Denna har också det yttersta ansvaret för gruppen, som i ett nära samarbete med en projektledare ser till att planeringen efterföljs och att de resurser som krävs tillgås (Moubray, 1997).

2.3 De sju basstegen i RCM

En officiell definition av RCM är framtagen av Society of Automotive Engineers (SAE) i form av sju stycken basfrågor (Ben-Daya, et al., 2009). Standarden ”SAE JA-1011” definieras som:

1. Vilka funktioner och tillhörande prestandanormer förväntas av betraktad enhet i dess nuvarande driftssammanhang?
2. På vilka sätt kan betraktad enheten misslyckas med att utföra sina uppgifter?
3. Vad orsakar respektive funktionsfel?
4. Vad händer när respektive fel inträffar?
5. På vilket sätt spelar respektive fel roll?
6. Vad kan göras för att förutse eller förhindra respektive fel?
7. Vad bör göras om det inte går att hitta en lämplig proaktiv lösning? (Ben-Daya, et al., 2009).

I följande avsnitt beskrivs RCMs sju bassteg utifrån John Moubrays beskrivning, dokumenterad i boken RCM 2.

2.3.1 Steg 1. Beskrivning av funktion

Analysen inleds genom att genomföra en funktionsanalys. I funktionsanalysen specificeras alla enheter/komponenters krav i ett system, definierar vilken funktion de har och vad de förväntas att prestera i sitt rådande sammanhang. Detta steg svarar på frågan:

Vilka är enhetens funktioner och prestationsstandarder i det sammanhang den verkar?

Funktionerna kan brytas ned i två kategorier. En *huvudfunktion* beskriver varför enheten överhuvudtaget är viktigt och vad den tillför i det sammanhang som den verkar i. En viktig grundförutsättning i RCM är var och en av komponenterna ska beskrivas som vad den gör och tillför, och inte vad den är (Moubray, 1997).

2.3.1.1 Prestationsstandard

En huvudfunktion ska beskrivas med ett verb, ett objekt samt en prestationsstandard. Exempelvis att pumpa vatten från Tank X till Tank Y med minst 800 liter/minut. Eftersom alla komponenter föråldras, och därmed minskar sin prestanda, så måste den initiala prestandan vara lite högre än det absolut minimala kravet av prestation som ställs på funktionen. Detta ger en marginal för komponentens minskning av prestanda över tid (Moubray, 1997).

Så länge dessa funktioner bevaras till det minimum av prestanda som specificerats så är användaren nöjd, och systemet kan göra vad det är tänkt att göra. Alltså ett baskrav.

Prestationsstandarder bör vara kvantifierade i den mån det går, eftersom att det då enkelt går att veta när en komponent är trasig. I de fall som det inte går att kvantifiera en prestationsstandard så används en kvalitativ beskrivning (Moubray, 1997).

2.3.1.2 Komponentens sammanhang

Vilket sammanhang som en komponent verkar i påverkar inte bara kravet av prestationen, utan kommer även ha en påverkan flera andra saker. Det har en påverkan på vilka scenarion som gör att komponenten slutar fungera, vilken effekt och konsekvens det får, hur ofta det inträffar samt vad som bör göras för att hantera det (Moubray, 1997).

Om en komponent är en del av ett *producerande flöde*, så kan ett komponentfel leda till ett direkt produktionsstopp eller reducera hastigheten av flödet. Om processen däremot har buffertar så finns det en viss tid att åtgärda problemet innan ett produktionsstopp. Ett annat sammanhang som måste tas hänsyn till är ifall en komponent är stöttad med stödkomponenter eller reserver, så kallade redundanser. Sådana fall är garerade mot direkta produktionsstopp. En exempelbeskrivning av detta är ”Pump A överför vätska, med pump B som avvaktande reservpump” (Moubray, 1997).

2.3.1.3 Funktionsblocksdiagram

För ökad förståelse för komponentens sammanhang så kan det vara ett funktionsblocksdiagram på lämplig nivå, för att ytterligare förtydliga hur samspelet mellan olika system i produktionen fungerar (Moubray, 1997).

2.3.1.4 Delfunktioner

Utöver den huvudsakliga funktionen som en komponent har, så förväntas även en del andra funktioner. Dessa delas in i sju kategorier.

- **Miljö.** En produkt förväntas att ligga inom vissa ramar för hur stor påverkan på miljön den får ha.
- **Säkerhet.** Användaren vill vara skäligen säker att produkten inte kan skada eller döda någon. Dessa aspekter hanteras alltid senare i RCM-processen men i vissa fall kan ett krav behöva beskrivas i detta steg.
- **Användarvänlighet.** Ett krav är ofta av användaren att kunna reglera prestandan. Detta inkluderar krav på mätare, kontrollampor etc. Detta handlar också om att kunna hålla eller förvara saker, samt att användaren förväntar sig en grav av komfort när denna använder produkten.
- **Design.** Utseendet av en produkt kan vara en viktig detalj, exempelvis ljusa färger som drar uppmärksamhet till sig av säkerhetsanledningar.
- **Skydd.** Krav på skydd för att skydda människor, den faktiska produkten som kravet ställs på och även produkten som tillverkas.
- **Ekonomi.** Krav för hur produkten är prissatt för att ett intresse för investering ska finnas från första början.
- **Överflödiga funktioner.** Vissa funktioner är helt överflödiga som egentligen inte tillför något egentligt värde till produkten, men måste också betraktas då de vid ett funktionsfel likväl kan ha en negativ påverkan.

(Moubray, 1997).

2.3.2 Steg 2. Beskrivning av felfunktion

I det andra steget så genomförs en analys av vilka typer av funktionsfel som kan inträffa där enheten/komponenten inte längre kan prestera det som förväntas. Ett funktionsfel kan betyda både ett totalt haveri av komponenten, eller en funktionsnedsättning som ligger under standarden och prestationskravet. Detta steg svarar på frågan:

”På vilka sätt kan betraktad enheten misslyckas med att utföra sina uppgifter?”

Till varje specificerad huvudfunktion, såväl som delfunktion, finns flera funktionsfel som sänker komponentens prestanda till lägre än vad som beskrivits som acceptabel i föregående steg (Moubray, 1997).

Funktionsfel kan variera stort för identiska komponenter, och beror som tidigare nämnts helt av vilket sammanhang de verkar i, därför är det viktigt att inte generalisera. Beskrivningen av en felfunktion bör göras av minst en operatör, underhållspersonal samt andra med legitima synpunkter, för att inte missa några viktiga synvinklar (Moubray, 1997).

2.3.3 Steg 3. Beskrivning av felsätt

När alla funktionsfel har identifierats så fortsätter processen i det tredje steget med att ta fram vilka scenarion som skulle kunna leda till de listade funktionsfelen. Dessa kallas för ”felsätt”. Detta steg svarar på frågan:

”Vad orsakar respektive funktionsfel?”

Beskrivningen av ett felsätt bör innehålla ett substantiv och ett verb, exempelvis ”skruvförband glappar”. Verb som ”går sönder”, ”havererar” bör bytas ut mot verb som lättare går att använda för lämpligt val av att hantera felsättet med en förebyggande åtgärd. Denna del av processen har en stor påverkan på vilken åtgärd som i slutändan tas fram till respektive fel (Moubray, 1997).

Det konventionella sättet att angripa felsätt är med stor hänsyn till komponentens förslitning. I praktiken så består förslitning av en ganska liten del av de verkliga felsätten. Felsätt kan delas in i tre grupper:

- ❖ När prestandan sjunker under önskade nivåer.
- ❖ När (ny) önskad prestanda höjs till högre än den initiala nivån av prestanda.
- ❖ När en komponent inte är kapabel till att utföra vad som önskas.

(Moubray, 1997).

2.3.3.1 Försämring

Försämring kallas de scenarion när den initiala prestandan vid anskaffning var högre än vad som krävdes, men faller sedan under nivån för den minimala prestanda, på grund av komponentens förslitning. Författaren delar in stycket i fem principiella orsaker till försämrad prestanda, vilka är förslitning, dålig smörjning, smutsig miljö, sönderfall av delar och felanvändning (Moubray, 1997).

2.3.3.2 Ökat prestationskrav

Dessa felsätt uppstår när komponentens initiala prestanda uppnådde kraven vid anskaffning, men att ett ökat krav av prestanda uppstår som komponenten inte uppfyller. Ett exempel för detta är en pump som pumpar 1000 liter/min till en tank, vilket är dess maxprestanda, men någonstans längre fram i systemet så hålls ett flöde på 1050 liter/min vilket gör att pumpen inte kan hålla tanken fylld under en längre tid. Ett annat exempel är en bils varvtalsmätare, där en varning vid 6000 rpm överskrids till 7000 rpm, vilket inte är dimensionerat för, och stressen ökar vilket leder till en snabbare försämring (Moubray, 1997).

2.3.3.3 Initialt underprestation

En nyanskaffad enhet som inte når upp till de prestationskrav som ställs av den, är då initialt underpresterande, och kan därför agera som en flaskhals i en process (Moubray, 1997).

2.3.3.4 Detaljnivån i beskrivningen av felsätt

I huvudsak ska beskrivningen av det angivna felsättet gå att koppla till en rimlig åtgärd. En odetaljerad beskrivning försvårar valet av rätt åtgärd, men en för bred beskrivning är mycket

tidskrävande och saktar ned hela utvärderingsprocessen (*mer om detta i kapitel 2.3.4.5 Olika nivåer av analys och FMEA-blanketten*) (Moubray, 1997).

Root causes, alltså grundorsaken, beskrivs som roten för ett funktionsfel. I vissa fall behövs det redas ut vad grundorsaken är, och utförs genom flera varför-frågor. Ett exempel är ”motor havererar”. Varför? På grund av att kullager slutar att fungera. Varför? På grund av förslitning, på grund av en felaktig ytjämnhet eller på grund av att kulorna är förslitna. Då har analysen tagits nära sin mest grundläggande orsak för funktionsfelet. För många steg i denna grundorsaksanalys innebär dock att den inte alltid lämpar sig att genomföras direkt i en FMEA (Moubray, 1997).

2.3.3.5 Sannolikhet för felsätt

En bedömning måste göras kring vilka felsätt som är så pass osannolika att inträffa, att de faktiskt går att acceptera, genom att inte planera en åtgärd. Man ska enbart ta med felsätt som har en verklighetsförankrad sannolikhet. Ifall allt tänkbart skulle tas hänsyn till så blir utvärderingsprocessen ineffektiv och enormt tidskrävande. Dock, om en konsekvens av ett framtaget felsätt bedöms som väldigt allvarlig så bör den analyseras noggrannare, trots att sannolikheten bedömdes som låg (Moubray, 1997).

En lista av felsätt som rimligtvis kan uppstå bör inkludera följande:

- ❖ Felsätt som tidigare inträffat, för en likadan eller liknande komponent, i en snarlik miljö.
- ❖ Felsätt som redan hanteras av ett förebyggande underhåll, men som skulle inträffa om underhållet inte genomfördes. Eventuell justering av dessa kan behövas.
- ❖ Felsätt som ännu inte inträffat, men som anses sannolika att göra det i dagsläget. Denna aspekt är mer komplicerad än de andra två, eftersom den bygger mycket på en uppskattning av framtiden.

(Moubray, 1997).

2.3.4 Steg 4. Beskrivning av feleffekter

Fjärde steget är att beskriva vad som händer när varje felsätt inträffar; feleffekten. En feleffekt skall inte blandas ihop med konsekvensen av effekten, som beskrivs i nästa steg. Detta steg svarar på frågan:

”Vad händer när varje respektive fel inträffar?”

Inte att blandas ihop med konsekvensen av effekten, som besvaras i nästa kapitel med frågan ”*På vilket sätt spelar respektive fel roll?*”.

Följande bör ingå för att beskriva en feleffekt:

- ❖ Vad pekar på att felet har inträffat? Vilka bevis finns?
- ❖ På vilket sätt utgör felet en fara mot säkerhet och miljö?
- ❖ På vilket sätt påverkar felet produktionen?
- ❖ Vilken fysisk skada uppstår av felet?
- ❖ Vad måste göras för att reparera felet?

Den sista punkten i denna beskrivning bestämmer ifall ett förebyggande underhåll är genomförbart, eller om en *default action*, såsom *omkonstruktion* eller *run-to-failure* är den enda lämpliga åtgärden. Default actions beskrivs mer i steg 7 (Moubray, 1997).

2.3.4.1 Bevis

En start i beskrivning av feleffekt är att ställa sig frågan ”*kommer detta felet att kunna uppmärksammas av operatörer eller annan personal under normala förhållanden?*”. Finns det givarsignaler i form av ljud eller ljus som talar om detta, eller om det uppstår rök, höga ljud, värme, läckage på golvet etc. Beskriv ifall maskinen stängs av eller inte. Om den utvärderade komponenten är en säkerhetskomponent, beskriv då kort vad som händer om den maskin som säkerhetskomponenten är tänkt att skydda skulle gå sönder samtidigt om säkerhetskomponenten själv, och vilka bevis som finns för detta (*läs mer om detta i 2.3.5.2 Dolda och synliga funktioner*) (Moubray, 1997).

2.3.4.2 Miljö- och säkerhetsrisker

Finns en sannolikhet för att någon person skadas eller dör som följd av ett fel, eller kan ett tillbud komma att bryta mot miljöregler eller standarder, då ska denna beskrivas. Detta med hänsyn till både alla som arbetar i produktionen samt externa kunder (Moubray, 1997).

2.3.4.3 Feleffekter inom produktionen, och sekundära skador

Feleffekter inom produktionen ska beskriva hur produktionen påverkas och hur länge. Denna är vanligtvis angiven som den tid då tillgängligheten är noll, det vill säga ett rådande produktionsstopp. Tiden då produktionen tvingas stå stilla, delas in i följande faser:

- ❖ Hitta rätt person att åtgärda felet
- ❖ Diagnostisera felet
- ❖ Hitta reservdelar
- ❖ Reparera felet
- ❖ Testa funktionsduglighet

Andra effekter som bör betänkas kan vara påverkan på kundservice, och eventuella böter som kan tillkomma. Uppstår sekundära skador och måste andra operationer stanna är också frågor som bör betänkas (Moubray, 1997).

2.3.4.4 Källor till information kring felsätt och feleffekter

I en analys av felsätt och feleffekter så bör lika mycket fokus läggas på vad som har hänt och vad som kan hända. Värdet av hela analysen är direkt kopplat till vilka källor till information som använts och kvalitén av dem, för att kunna ge en tillförlitlig beskrivning av felsätt och feleffekter (Moubray, 1997).

Man kan få bra information av tillverkaren/leverantören genom att jobba tillsammans med deras fälttekniker. Tillverkaren/leverantören har generellt ganska lite information som går att använda. Detta beror bland annat av att tillverkaren inte kan sätta produkten i rätt sammanhang för alla olika produktioner. En tillverkares egen analys är i stor grad spekulativa och kan vara missvisande och farliga om de behandlas som absolut fakta (Moubray, 1997).

Listor av felsätt, och ibland hela analyser, förberedda av en tredje part förekommer. Dessa listor kan vara svåra att använda av liknande anledningar som för tillverkarens analys, och det är att den saknar det rätta sammanhanget, vilket kan leda till svår använd eller missvisande information. En RCM-analys innehållande denna typ av källor, brukar kallas för en typ av *Streamlined RCM* (MT, 2001).

En bra källa är hur liknande komponenter i snarlika miljöer har verkat. Finns annan verksamhet som går att samarbeta med i ett informationsutbyte så kan det vara värdefullt (Moubray, 1997). Med framtiden så ökar möjligheterna för delning av denna information mellan företag fort. Detta med hjälp av så kallade "big data" tjänster, som syftar att samla information kring komponenter på nätet, där företag som tar använder tjänsten kan ta del av varandras informationssamling (Lee, Lapira, Bagheri, & Kao, 2013).

Egen dokumentation med historik kring egna komponenter i drift kan vara en bra informationskälla. Dock beskriver de bara funktionsfel som inträffat tidigare och inte vad som kan uppstå i framtiden (Moubray, 1997).

Den absolut bästa källan till värdefull information fås genom ett samarbete med de som varit operatörer för maskinen/komponenten eller de som utfört underhållsarbete för dem. De tenderar att veta hur saker ska fungera, på vilket sätt de slutar att fungera, konsekvensen av det och vad som måste göras för att återställa prestandan. Det är deras jobb att göra det. Det är av denna anledning som de är viktiga att inkludera i en granskningsgrupp, och vägledas av en RCM-specialist (Moubray, 1997).

2.3.4.5. Olika nivåer av analys

I följande stycke så beskrivs hur den valda nivån av analys i hela RCM-processen påverkar slutresultatet, och vilken nivå som lämpar sig i olika situationer.

2.3.4.5.1 Olika nivåer i utrustningshierakin

RCM-process definieras som en process för att bestämma vad som måste göras för att försäkra sig om att alla komponenter fortsätter att göra det som de är tänkta att göra i det sammanhang den verkar i.

En mycket grundlig nivå kommer att resultera i väldigt många tekniska dokument och blanketter som kan vara svåra att hantera. På dessa mycket djupa nivåer, i dessa stora antal blanketter, så uppstår fler problem.

- ❖ Det blir svårare att specificera prestationsstandarder
- ❖ Det blir svårare att visualisera, och därmed analysera en konsekvens
- ❖ Det blir svårare att bestämma vilka komponenter som ingår i vilka delsystem då vissa har mer gränsöverskridande funktioner.
- ❖ Vissa felsätt kan orsaka att flera sub-system påverkas och slutar fungera samtidigt.

Att börja för djupt i utrustningshierakin är ett vanligt problem som gör arbetet orimligt omfattande och svårhanterligt (Moubray, 1997).

En hög nivå för analys i toppen av utrustningshierakin gör att funktioner och krav på prestanda blir enklare att definiera och det blir enklare att föreställa sig trovärdiga konsekvenser. Den stora nackdelen är att det genereras hundratals felsätt för respektive funktionsfel av en utrustning, vilket utgör en risk att många felsätt förbises.

Rekommendationen är att börja i en högre nivå än vad som i vid första tanken känns rimligt, eftersom historien tyder på att arbeten oftast blir för omfattande och svår än vad som först uppskattades (Moubray, 1997).

2.3.4.5.2 Detaljnivån av beskrivning

Efter att det är bestämt vilken nivå som analysen ska utföras på, så är nästa steg att bestämma hur noggrant och detaljerat varje felsätt måste beskrivas, för att det ska gå att analyseras inom ramverket. Det finns flera olika blanketter och varianter som kan användas för olika sammanhang och med olika grader av detaljrikedom. Ett exempel är att ställa upp alla felsätt individuellt och fortsatt analysera effekten och konsekvens av dem i samma blankett. Om antalet felsätt blir för många, fler än 6 stycken, så kan det vara bra att utföra analysen på en lägre nivå, eftersom det ackumuleras ytterligare rader för feleffekt och felkonsekvens och det kan bli ottydligt i blanketten (Moubray, 1997).

2.3.5 Steg 5. Beskrivning av konsekvens

Var och ett av de hitintills genomgångna stegen har genererat en stor lista. De effekter som beskrevs i fjärde steget har nu lett fram till den punkt då de ska riskvärderas. Steg fem ställer frågan:

”Hur allvarliga blir konsekvenserna för varje fel?”

(Moubray, 1997).

2.3.5.1 Tekniskt rimlig och värd att genomföra

Varje gång ett fel uppstår så kommer det att påverka organisationen på ett eller annat vis. Om det potentiella felet inte förebyggs och senare inträffar så kostar det tid och resurser. Men att genomföra ett förebyggande underhållsarbete kostar också tid och resurser. Därför undersöks var den mest kostnadseffektiva insatsen ligger i dagsläget, med åtanke av att alla risker inte är värda att åtgärda. Varje komponents konsekvens beror helt av den miljö den verkar i, de prestationskrav de ställs inför och de fysiska effekterna av varje fel. Detta är möjligt att undersöka med hjälp av de tidigare stegen (Moubray, 1997).

2.3.5.2 Dolda och synliga funktioner

En *synlig funktion* är en funktion som på egen hand, under normala förhållanden, kommer att upptäckas av en operatör om den drabbats av ett funktionsfel, exempelvis genom givarsignaler, höga ljud, rök och med fler naturliga indikatorer.

Ett synligt fel har tre kategorier:

- ❖ **Säkerhets- och miljökonsekvenser.** Dessa är de viktigaste typer av konsekvenser som innebär att någon blir skadad eller avlider samt om konsekvensen bryter mot någon miljöstandard.
- ❖ **Operativ konsekvens.** Ett funktionsfel har en operativ konsekvens om den påverkar produktionens värdeskapande, såsom avkastning, kvalitet eller kundservice.
- ❖ **Icke-operativ konsekvens.** Involverar varken säkerhet eller produktion, utan är strikt kopplad till kostnad för reparation.

En dold funktion är en funktion vars funktionsfel inte kommer att upptäckas av operatör under normala förhållanden. Inte förrän det lett till att ett annat funktionsfel, som tillhör den första kategorin av synliga funktioner, kan det upptäckas och åtgärdas. Synliga och dolda funktioner separeras från varandra redan i första bassteget, eftersom de behandlas olik. I synnerhet när en dold funktion är kopplad till en säkerhetsutrustning som inte är fail-safe (Moubray, 1997).

För att undvika konsekvensen av dolda funktionsfel så används säkerhetsåtgärder. Eftersom att även säkerhetsutrustningen kan gå sönder så delas den in i två grupper. En ”fail-safe”-utrustning kommer att synliggöra sig själv för operatören, medan en utrustning som inte är ”fail-safe” förblir dold. När ett scenario uppstår då både skyddsutrustningen går sönder och sedan den skyddade funktionen också går sönder, och det kallas för ett multipelt fel. Sådana fel har ofta den värsta sortens konsekvenser, och är av största grad viktig att åtgärda (Moubray, 1997).

2.3.5.3 Konsekvenser inom miljö och säkerhet

Säkerhetsaspekten är topprioriterad för att förhindra händelser där ett funktionsfel kan skada, eller i värsta fall, döda någon. En säkerhetsrisk som kan ha en påverkan samhället, t.ex. farliga utsläpp, är vad som generellt kallas för en miljörisk. En konsekvens inom miljö uppstår när ett brott mot miljöstandarder sker, som följd av ett fel (Moubray, 1997).

Enligt internationella standarder (ex. ISO 2002) definieras risk som ”produkten av sannolikheten för en händelse och dess konsekvens” (Vinnem, 2007). Det är generellt accepterat att det finns en risk för skada i allting vi gör och en absolut riskfri miljö inte går att uppnå. Frågan är då vilken nivå av säkerhet som är rimlig och som går att uppnå (Moubray, 1997). Vid definition av lämplig nivå kan hjälp tas från internationella rekommendationer som t.ex. ALARP (as low as reasonably practicable), som har sitt ursprung från Storbritanniens lagverk (HSE, 2015).

Beskrivningen av risken är enbart en grov estimering. Ingen kommer att utvärdera risker på ett sådant sätt så att den blir universellt godtagen. Om utvärderingen utförs för konservativt så kan det leda till att folk ignorerar eller rata säkerhetsåtgärden som medföljs. Om utvärderingen utförs för vårdslöst så kan det också vara upprörande om känslan är att säkerhet inte prioriteras.

Utvärderingen bör genomföras av en grupp som anses ha en god förståelse för den betraktade utrustningen (Moubray, 1997).

2.3.5.4 Konsekvenser för produktionen

Generellt så påverkas produktionen på fyra sätt:

- ❖ Påverkan på den **producerade mängden**, som följd av att utrustning inte fungerar eller att den saktar ned processen.
- ❖ Påverkan på varans **kvalitet**, som leder till kassation.
- ❖ Påverkan på **kundservice** genom sena leveranser eller böter mot avtal.
- ❖ **Ökad produktionskostnad** genom extra hög användning av energi eller ett byte till en dyrare alternativ produktionsmetod.

Det är värt att genomföra en förebyggande åtgärd under en tidsperiod om den kostar mindre än konsekvenserna för produktionen (Moubray, 1997).

2.3.5.5 Icke-produktionsrelaterade konsekvenser

Konsekvenser som inte påverkar produktionens tillgänglighet eller kvalitet, samt inte har någon koppling till säkerhet eller miljö, de klassas som icke-produktionsrelaterade konsekvenser. De innebär en direkt reparationskostnad och är alltså en konsekvens av ekonomisk karaktär. Det är värt att genomföra en förebyggande åtgärd under en tidsperiod om den kostar mindre än konsekvenserna för ekonomin (Moubray, 1997).

2.3.6 Steg 6. Förebyggande underhåll

Det sjätte bassteget är steget för att bestämma vilka förebyggande underhållsåtgärder som lämpar sig för respektive felsätt.

”Vad kan göras för att förutse eller förhindra felen?”

2.3.6.1 Förhindrande åtgärder

Förhindrade åtgärder är de som utförs innan ett felsätt har inträffat. Dessa åtgärder som traditionellt kallas för förebyggande underhåll eller förhindrande underhåll, kallas i RCM för *schemalagd reovering*, *schemalagt utbyte* och *tillståndsbaserat underhåll*.

För en schemalagd reovering samt schemalagt utbyte så krävs tillförlitlig information kring hur komponenten i fråga tros åldras; hur dess åldringskurva ser ut. Komponentens måste ha en tydlig korrelation mellan sannolikhet för felfunktion och dess drifttid, samt att det finns information kring hur länge komponenten i fråga har varit i drift. Vissa fel är dock inte åldersrelaterade och åtgärdas med ett tillståndsbaserat underhåll (Moubray, 1997).

2.3.6.1.1 Schemalagd reovering

Schemalagd reovering är en periodiskt upprepande åtgärd där syftet är att återställa en komponents skick och prestanda till det ursprungliga skicket, och därmed det ursprungliga motståndet mot yttre påfrestning. Detta innebär att en reovering kommer att utföras på en enhet/komponent oavsett vilket skick den befinner sig i.

Som tidigare behandlats så åldras komponenter på olika sätt. Med en åldringskurva enligt typ A och typ B (se Figur 1.) så går det att uppskatta när felet sannolikt kommer att inträffa, vilket motiverar till ett underhållsintervall som är något kortare än det tidsintervall som förutsagts för komponenten. Tre kriterier för schemalagd renovering:

- ❖ Det måste finnas en punkt då sannolikheten för felfunktion kraftigt ökar. Det vill säga, komponentens liv har ett slut, och vi måste vara ganska säkra på när det inträffar.
- ❖ Det flesta komponenter ska kunna överleva till den bestämda tidpunkten för renovering.
- ❖ Renoveringen ska kunna återställa komponenten till ett nyskick eller godtyckligt nära nyskick.

(Moubray, 1997).

2.3.6.1.2 Schemalagt utbyte

Vid ett schemalagt utbyte så byts en komponent ut mot en ny, inom ett fastställt intervall, oavsett vilket skick den befinner sig i. Detta intervall bestäms också utifrån en åldringskurva där man är skäligen säker på när i tiden utslitningen inträffar, som för typ A och typ B.

Eftersom RCM hanterar säkerhet med största aktsamhet så räcker inte ett utbyte strax innan uppskattad livstid till för att helt gardera sig mot säkerhetsrisker. Felsätt som annars medför en konsekvens för människors säkerhet eller miljön har ett schemalagt utbyte med en säker livgräns eller den engelska termen ”*Safe-life limits*”. Konsekvenser på övriga områden har sitt utbyte efter en ekonomisk livsgräns eller engelska termen ”*Economic-life limits*”.

Safe-life limits bestäms så att absolut inga fel ska uppstå innan utbytet. I det ideala fallet så tas tidsgränsen till detta fram utifrån tester, vilket dock är kostsamt och tidskrävande och därför inte särskilt vanligt. En alternativ skattning av Safe-life limits är då att dividera den uppskattade medellivslängden med faktor 3 eller 4. En Economic-life limit är dock endast en fråga om kostnadseffektivitet, och sätts närmare L_{10} av livslängden, dvs. så att 90 % överlever tidsintervallet.

Kriterier för ett schemalagt utbyte:

- ❖ Det finns en identifierbar ålder där komponenten visar en kraftig ökning i sannolikhet för funktionsfel.
- ❖ Det flesta komponenter lever längre än den bestämda tidpunkten (samtliga komponenter om den har en säkerhets- eller miljökonsekvens).

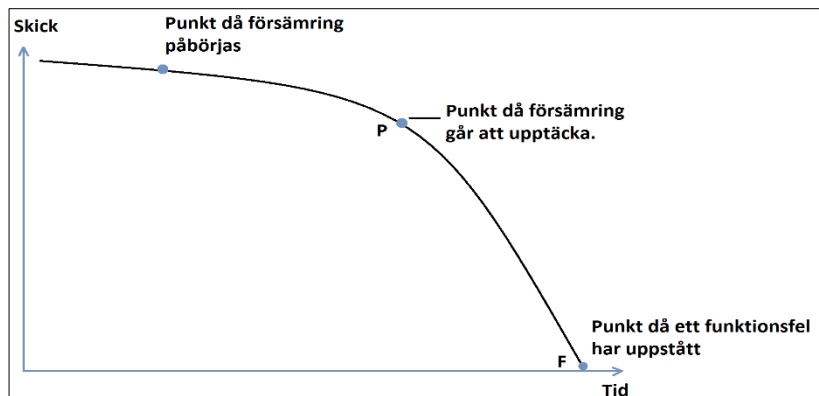
I ålderskurvor som D, E och F så lämpar sig inte förhindrande åtgärder, då ålder och sannolikhet för funktionsfel inte korrelerar (Moubray, 1997).

2.3.6.2 Förutsägande åtgärder

Många fel ger någon sorts varning när de börjar närma sig slutet av sin livscykel, och om dessa går att upptäcka tillräckligt tidigt, så kan det vara möjligt att vidta åtgärder innan det får en svår konsekvens. De som inte är åldersrelaterade, och inte har en tidpunkt då sannolikheten för fel kraftigt ökar, då kan det passa med förutsägande åtgärder (Moubray, 1997).

2.3.6.2.1 P-F intervall

En komponents sista skede illustreras i figuren bredvid. Intervallet mellan P och F kallas för P-F intervallet. I intervallet så är en försämring upptäckningsbar och går att åtgärda komponenten när ett funktionsfel. Tillståndsbaserade åtgärder måste utföras i intervall som är mindre än ett halvt P-F intervall (Moubray, 1997).



2.3.6.2.2

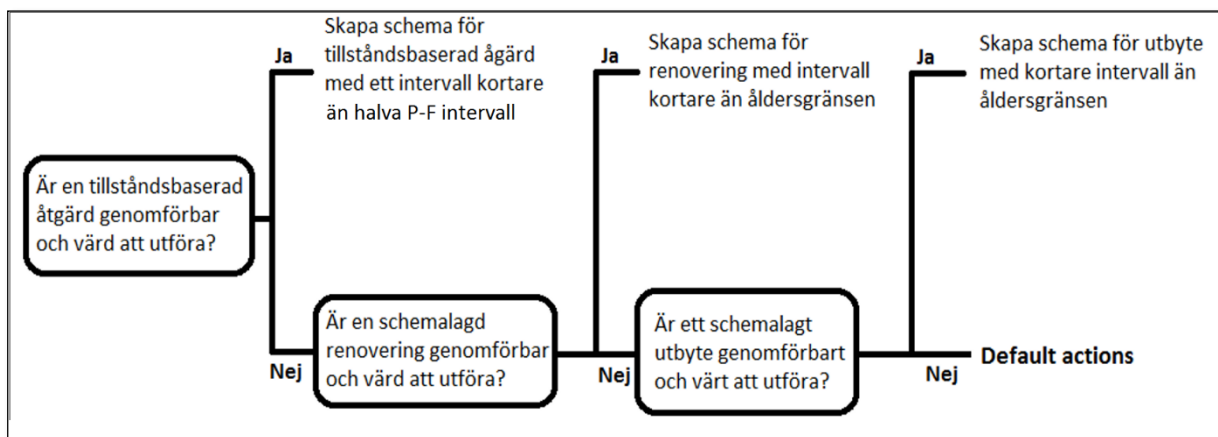
Figur 3 - P-F kurva som illustrerar intervallet då ett funktionsfel är upptäckningsbart (Moubray, 1997).

Tillståndsbaserad åtgärd

Kriterier för en tillståndsbaserad åtgärd:

- ❖ Det går att definiera en tydlig punkt P då försämring inleds.
- ❖ P-F intervallet är konsistent.
- ❖ Det är praktiskt att kontrollera komponenten med intervall mindre än P-F intervallet.
- ❖ Nettointervallet för P-F intervallet är långt nog för att lämplig åtgärd ska hinna tas för att hindra eller minska konsekvensen av ett funktionsfel.

Övervakningen av en komponents skick eller tillstånd går i huvudsak till på fyra olika sätt. Med övervakning av tillstånd med hjälp av utrustning, övervakning av variationer i produktkvalitén, övervakning av processers effekt (hastighet, flödes hastighet, tryck, temperatur, kraft, etc.) med hjälp av utrustning, samt hjälp av människor som övervakar. Det är ofta lämpligt att använda fler än bara en metod för övervakning (Moubray, 1997).



Figur 4 - Val av åtgärd (Moubray, 1997).

2.3.6.3 Val av förebyggande åtgärd

Det är sällan svårt att avgöra ifall en förebyggande åtgärd uppfyller de huvudsakliga kriterierna. Att bestämma ifall de är värda att genomföra krävs mer omdöme. I valet av metod för förebyggande åtgärd kan övervägas i ordningen beskriven i figur 4.

Tillståndsbaserad åtgärd övervägs först då det nästan alltid kan utföras utan att flytta komponenten från sin installerade position. Genom att den identifierar punkten P så tillåter den effektiv drift i nästan hela komponentens livscykel, samt att den är specifik för just vad som försämras, vilket gör det lättare att komma med en åtgärd. Är inte det möjligt, så övervägs **schemalagd reovering**. Nackdelen med denna åtgärd är att den oftast bara går att utföra efter att komponenten tagits ur drift så den kan skickas till verkstad för reovering. Den åldersgräns som bestämts gäller för alla komponenter vilket innebär att vissa kommer reoveras i förtid, när de egentligen kunnat användas längre. Reoveringen innebär också att en verkstad måste involveras vilket innebär att mer arbetskraft krävs. **Schemalagt utbyte** av komponenter är vanligtvis den minst kostnadseffektiva åtgärden av de tre förebyggande åtgärderna, men utbyte vid Safe-life limits kan förhindra svåra konsekvenser på säkerhet och miljö och Economic-life limits kan förhindra stora ekonomiska konsekvenser. De har dock samma nackdelar som vi schemalagd reovering (Moubray, 1997).

2.3.7 Steg 7. Default Actions

Om en förebyggande åtgärd inte är teknisk genomförbar eller värd att utföra, så krävs en ”default action” för att hantera konsekvenserna av felsätten.

”Vad bör göras om det inte går att hitta en lämplig proaktiv lösning?”

Default actions inkluderar *felsökning*, *omkonstruktion* och *run-to-failure*. En default action bestäms utifrån konsekvensen som ska motverkas (Moubray, 1997).

2.3.7.1 Inspektion

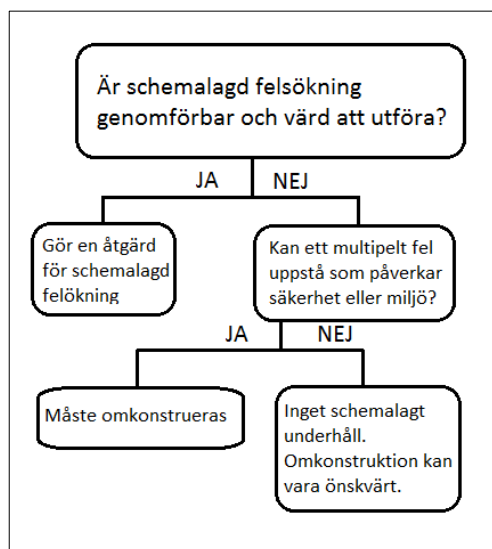
Ett vanligt exempel av en inspektion eller felsökning är brandlarmstest. Syftet är att kontrollera ifall brandlarmet fungerar, eller mer korrekt, att upptäcka fel. Felsökning används bara på dolda funktioner. Om RCM-analysen är korrekt utförd i ett modernt produktionssystem så är det inte ovanligt att runt 40 % av felsätten är dolda felsätt. Vidare så skulle 80 % av dessa felsätt behöva hanteras med felsökningar. Detta innebär att upp till 30 % av underhållets arbete består av schemalagda felsökningar (Moubray, 1997).

För bestämning av vilka intervall som felsökningen ska tillämpas så finns flera metoder. Företrädevis så används en metod baserad på komponentens krav på tillgänglighet, tillförlitlighet och dess MTBF (Mean Time Between Failures).

Felsökning är genomförbar då:

- Åtgärden är tekniskt möjlig att utföra.
- Åtgärden ökar inte risker för ett multipelt fel.
- Intervallet är inte för långt eller för kort för att praktiskt genomföras.

Uppgiften är att sänka sannolikheten för dolda fel med potentiellt multipla fel till en acceptabel nivå, och är bara värd att utföra om den nivån går att uppnå. Om man kommer fram till beslutet att ingen typ av felsökning är genomförbar eller värd att utföra så övervägs andra default actions (Moubray, 1997).



Figur 5 - Val av default action (Moubray, 1997).

2.3.7.2 Köra till fel

Om inga andra tidigare åtgärder är lämpliga, samt att ett multipelt fel inte leder till en konsekvens för människors säkerhet eller miljön, så är nästa lämpliga åtgärd att inget underhållsarbete alls ska planeras in. Komponenten lämnas i drift till dess funktionsfel uppstår, för att sedan repareras eller bytas ut (Moubray, 1997).

2.3.7.3 Omkonstruktion

Som illustrerat figur 5 bör omkonstruktion ur en tillförlitlighetssynpunkt endast göra som en sista lösning, utifall feleffekten för betraktad enhet överskrider gränsvärdena i säkerhet och/eller miljöaspekten. Detta beror på att, utöver den oundvikliga investeringen som förändringar alltid medför, finns även risken omkonstruktionen inte löser problemet den syftade att göra och kan i vissa fall göra situationen ännu sämre. I situationer där omkonstruktion bedöms som ett måste ur en tillförlitlighetssynpunkt, brukar uppgiften angripas med en av två strategier:

- Genom att **sänka sannolikheten för fel**. Detta utförs oftast genom att byta ut den påverkade enheten med en som har en högre tillförlitlighet.
- Genom att **ändra det betraktade systemet eller processen** så att den inte längre innehåller samma säkerhet/miljö-risk. Detta görs oftast genom att installera någon typ av säkerhetssystem. Vid installation av ett säkerhetssystem bör även dettas systems underhållskrav ses över.

(Moubray, 1997).

2.4 Resultat av en RCM-analys

Resultatet man kan vänta sig från en lyckad och fullständig RCM-analys kan sammanfattas i fem punkter:

- ❖ En **ökad tillförlitlighet** leder till färre fel i utrustningen vilket i sin tur leder till större tillgänglighet i produktionen, samt lägre underhållskostnader.
- ❖ **Effektivare underhåll**, då RCM innebär att underhållsbeslut fattas baserat på var betraktad utrustning befinner sig i sin livscykel.
- ❖ **Reducerade livscykel kostnader** kopplade till utrustnings inkörfas.
- ❖ **Ökad produktivitet** i form av färre produktionsstopp som orsakas på grund av underhåll. Detta på grund av RCMs inställning till underhållsarbetet säkerställer att rätt typ av underhåll utförs, och endast på den utrustning där det gör nytta.
- ❖ RCMs inställning till underhållsarbetet leder även till ett **underhållsarbete med högre hållbarhet** ur ett långtidsperspektiv, då besluten kring underhåll grundas i fakta (Al-Turki, et al., 2014).

2.4.1 Lagarbete inom underhållsarbetet

RCM ger delaktiga ett gemensamt och lättförståelig tekniskt vokabulär, som förenklar arbetet i att förstå varandra, vad man kan åstadkomma inom underhållsarbetet och vad man måste göra får att nå dit. Detta kan ha ytterligare fördelar i samband med implementering av andra underhållskoncept, som t.ex. TPM (Total Productive Maintenance) (Moubray, 1997).

2.5 FMEA – Failure Mode and Effects Analysis

Enligt definitionen är Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), ett ingenjörsvärktyg som används för att definiera, identifiera samt eliminera kända och/eller potentiella problem, fel, från systemet, konstruktion, processen, och/eller tjänster innan de når kunden. FMEA delas upp i fyra olika typer:

- ❖ **System FMEA**, fokuserar på globala systemfunktioner.
- ❖ **Design FMEA**, fokuserar på komponenter och delsystem.
- ❖ **Process FMEA**, fokuserar på tillverkning och monteringsprocesser.
- ❖ **Service FMEA**, fokuserar på tjänst-funktioner.

(Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic, & Ait-Kadi, 2009).

Även om FMEA är som bäst lämpad att utföras under design av produkt, eller utveckling av process så är det även ett användbart verktyg att använda på befintliga produkter/processer då man utför en RCM analys. När det första steget i FMEA, att identifiera felsätt, är utfört utvärderas dessa felsätts effekt i de tre följande faktorerna:

- ❖ **Konsekvens**, allvarlighetsgraden av det inträffade felet.
- ❖ **Sannolikhet**, frekvensen eller sannolikheten att felet uppstår.
- ❖ **Upptäckssannolikhet**, sannolikheten att felet upptäcks innan felets fullständiga feleffekt förverkligats.

Dessa tre faktorer kombineras sedan i ett nummer, som ger ett samlat intryck för risken som felsättet innebär, ett s.k. Risk Priority Number (RPN). RPN är alltså de tre faktorerna multiplicerade med varandra, där faktorerna generellt definieras på en skala 1-10 med ökande

allvarlighetsgrad i respektive aspekt. Denna skala för faktorerna, samt hur man väljer att mäta faktorernas olika grader, är dock anpassningsbart för situationen som FMEA appliceras i. När man sedan läser av RPN för att identifiera betraktat systems största riskområden så är det viktigt att ta hänsyn till att två olika felsätt med samma RPN kan betyda helt olika typer av risker beroende på utslagen i de olika faktorerna (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic, & Ait-Kadi, 2009).

2.6 Prognostik

Prognostik är en ingenjörsciensdisciplin som är inriktad mot att analysera och övervaka all utrustning i ett system, med syftet att bestämma utrustningens återstående livslängd, eller RUL från engelskans Remaining Useful Life. Under de senaste decennierna så har ett system för prognostik och tillståndsförvaltning, eller PHM från engelskans *Prognostics and Health Management*, vuxit fram som ett element i att uppnå god tillförlitlighet, säkerhet, underhållbarhet, tillgänglighet och support, samtidigt som denna ledning skall vara ekonomisk hållbar. Systemet använder och hanterar all viktig kunskap om utrustningen, och historisk erfarenhet om utrustningen, dess användningsmönster, driftförhållanden, kända felsätt och andra brister. Detta görs genom insamling av produktdata, som kan fås av tester, för att veta hur stark den är mot försämring, samt olika felsätt. Det baseras också genom en övervakande utrustning, som visar det faktiska skick på utrustningen och dess funktion, i det driftförhållande den verkar i (Sun, et al. 2012).

Detta ska möjliggöra framtagandet av en tidpunkt eller tidsintervall då funktionsfelet är på väg att uppstå, så att de går att åtgärda innan felet är ett faktum. Med den övervakande utrustningens första varning för fel, kombinerat med produktdata och historisk erfarenhet, får en prognos för återstående livslängd. Dessa prognoser främjar målet att uppnå förbättrad tillförlitlighet, säkerhet, underhållbarhet, tillgänglighet, support och en ekonomiskt hållbar ledning; bara genom att veta när komponenten går sönder (Sun, et al. 2012).

Mer information om PHM, dess fördelar samt dess utmaningar i implementeringen av systemet, går att fördjupa sig i vidare i artikeln som refererats till.

2.7 Alternativa Riskanalyser

Ramverk för hur riskanalyser kan utföras finns i en mängd utformningar, exempelvis:

- ❖ Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)
- ❖ Failure Tree Analysis (FTA)
- ❖ Management Oversight Risk Tree Analysis (MORT)
- ❖ Fault hazard analysis (FaHA)

Det som skiljer verktygen åt är främst vilken typ av risk de syftar att utvärdera. Val av riskanalys sker därför utifrån vilket resultat av analysen som eftersöks. Till exempel så är bland de nämnda metoderna, MORT och FaHA, främst inriktade på att bedöma en risk ur en människa-maskin-säkerhetssynpunkt (Ericson, 2005).

Examensarbetet använder FMEA som verktyg för riskanalys, men nedan beskrivs FTA som ett alternativ för att riskanalysera ett system ur en tillförlitlighetssynpunkt.

2.7.1 FTA - Failure Tree Analysis

FTA är en typ av felsätt och feleffektsanalys som sker i en ”uppifrån och ned” metodik. Detta innebär att man börjar med att betrakta ett specifikt funktionsfel, och sedan jobbar sig nedåt i detaljnivå för att identifiera felsätt i system och delsystem. Analysen sker i fem stycken steg:

1. **Felträds-diagram.** I första steget utvecklas ett detaljrikt diagram som beskriver händelsekombinationen som kan leda till betraktat tillstånd. Varje betraktad funktionsfel ska ha minst ett felsätt, alltså en definierad orsak till varför felet uppstår. Händelseförloppen i träden utvecklas tills de nått en basnivå i typ av felsätt, och samlingen av händelseförlopp som kan leda till betraktat tillstånd skapar därmed ett felträd.
2. **Insamling av data kring felsätt på basnivå.** När felträdsdiagrammet är strukturerat och utvecklat till fullo, samlas data för de felsätt som definierats till basnivå. Data som eftersöks är den som kan användas för att beskriva felsannolikheten och feleffekten, t.ex. felfrekvens, komponentkvalité och utmattningen systemet utsätts för.
3. **Beräkna sannolikhet.** Utifrån insamlad data beräknas sannolikheten för samtliga felsätt i felträds-diagrammet. Felsätt på basnivå ska alltså direkt gå att beräkna vid detta steg. Felsätt på högre nivå beräknas utifrån kombinerade sannolikheten från föregående felsätt.
4. **Fastställ allvarlighetsgrad.** När sannolikheten för samtliga fel är beräknad, beslutas det samlade intrycket för funktionsfelen baserat på deras sannolikhet att inträffa, samt deras konsekvens.
5. **Formulera rekommenderade åtgärder.** Efter allvarlighetsgraden utvärderats i för funktionsfel i det betraktade systemet formuleras rekommendera åtgärder, där de anses behövas.

(Anderson & Neri, 1990).

2.8 Streamlined RCM

Streamlined RCM, som nämnts kort i avsnitt 2.3.4.4, innebär en RCM analys som utgår från det originella ramverket men på olika sätt tar genvägar för att korta arbetsprocessen. Diskussion kan föras kring ifall en Streamlined RCM är värd risken den kan komma att innebära. Olika typer av Streamlined RCM diskuteras, däribland att hoppa över steg i processen (ex. skippa att beskriva komponenters funktion), att bara analysera kritisk utrustning och användning av generiska analyser som nämnts i tidigare avsnitt, mm. Generellt avråds från användning av Streamlined RCM, framförallt de baserade på generiska analyser och FMEA då dessa analyser missar sammanhanget utrustning är installerad i (MT, 2001). Avgränsningen till signifikant/kritisk utrustning är dock inte helt ovanlig och används av t.ex. SKF, även om de inte kallar det för en Streamlined RCM (SKF, 2008).

3. METOD

I examensarbetet innefattas de fem första stegen av en RCM-analys då syftet med arbetet främst är att ta fram ett prioriteringsunderlag för fabriken underhållsarbete angående dess utrustning. Eftersom arbetet grundar i RCM utgår riskanalyserna, och därmed prioriteringsunderlaget, från en tillförlitlighetssynpunkt.

Man kan tänka sig att gå direkt på ett av riskanalysverktyg eftersom examenarbetets huvudsyfte är att ta fram en prioriteringslista baserat på tillförlitlighetsrisker i produktionen. Eftersom examensarbetet utförs på företagets underhållsavdelning så ansågs det lämpligt att lägga grunden för arbetet i en underhållsmetodik, som t.ex. RCM, då resultaten och rekommendationerna blir bättre anpassade för situationen. Andra underhållsmetodiker som kunde argumenterats användbara för arbetet är t.ex. TPM och TQM, men saknar det fokus RCM lägger på tillförlitlighet, och fokuserar istället på att förbättra produktiviteten, respektive kvalitet.

3.1 Kartläggning av linje och dess komponenter

Eftersom ett uppdaterat anläggningsregister på vilka komponenter som är i drift saknades så krävdes ett inledande arbete för kartläggning av komponenterna för de utvalda produktionslinjer. Denna kartläggning skedde i två steg.

I första steget gjordes en linjekarta som delar upp linjerna i delsystem och deras följd i produktionen. Till varje delsystem ingår flera maskiner och komponenter som logiskt samverkar.

I det andra steget studerades dessa delsystem i syftet att forma en lista över de komponenter som verkar inom respektive delsystem. I samma steg utvärderades varje antecknad komponents funktion, vilket kopplas till RCM's första steg.

3.1.1 Linjekartläggning

Linjekartor i form av delsystemsuppdelningar för fabriken produktionslinjer finns att tillgå i programvaran Idus IS (en programvara som fabriken använder för att administrera reservdelshållningen). Respektive karta togs ur programvaran och användes som referens tillsammans med respektive linjes komponentlista. Vid varje komponent antecknades det delsystem som komponenten är monterad i, för att ge en referens till var på linjen som komponenten är monterad.

3.1.2 Komponentidentifiering och funktionsutvärdering

När delsystemen i en produktionslinje hade kartlagts studerades dem för att hitta tillhörande mekaniska och elektriska komponenter. I samma skede som en komponent antecknades till ett delsystem i komponentlistan så identifierades även denna komponents funktion och fördes in i listan.

Vid komponentidentifieringen så avgränsades dussinvaror direkt. Denna avgränsningen gjordes enbart på grund av praktiska skäl, medan det tidigare klarlagts att även dussinvaror kan vara nog så viktiga att analysera.

3.1.2.1 Mekaniska komponenter

I arbetsprocessen för att identifiera de mekaniska komponenterna i ett delsystem så identifierades först maskinerna som arbetar i systemet, och sedan studerades dessa maskiners manualer med dokumentation över deras installation. Ur komponent/reservdelsregister som fanns samlades de komponenter som bedöms värda att detaljgranska.

Exempel på komponenter som direkt avgränsades bland mekaniska komponenter var: skruvar, skenor och detaljer som kan tillverkas i verkstad.

3.1.2.2 El komponenter

Elkomponenter identifieras genom att gå nere på produktionsgolvet, och anteckna innehållet i de elskåp som är placerade längs linjen, samt operatörs paneler som används för styrning vid delsystemen.

Exempel på komponenter som direkt avgränsades bland elkomponenter är: lysdioder, knappar, säkringar, kablar.

3.2 Analys av Funktionsfel, Felsätt och Feleffekt

Utifrån den komponentlista som förberetts så fortsatt arbetsgången till analys av funktionsfel, felsätt och feleffekt, vilket kan ses som stegen två till fyra i RCM. För att genomföra en tillförlitlig analys så krävs kunskap om produktionslinjerna, de identifierade komponenterna och den teknik som betraktas. Dessa stegen strävar efter att finna de informationskällor som finns tillgängliga och är viktiga, vilket främst innefattar ett samarbete med maskinoperatörer samt underhållspersonal, men även kontakt med återförsäljare och tillverkare.

3.2.1 Identifiera funktionsfel och felsätt

Identifikation av de funktionsfel som en komponent kan utsättas för, skedde genom brainstorming. När det var möjligt så gjordes detta tillsammans med mekaniker och elektriker från underhållsavdelningen. Brainstormingen var avsedd att granska alla de insamlade komponenter i produktionslinjernas delsystem, i målet att lista tänkbara funktionsfel som komponenterna kan drabbas av. Ungefär som i en granskningsgrupp konstellation; när det behövdes hjälp så skedde det med maskinoperatör, elektriker eller automationstekniker.

Identifikation av felsätt, alltså de sätt som ett funktionsfel kan inträffa på, skedde genom samma arbetsgång som för funktionsfel, simultant med att funktionsfelen identifierades, eller retroaktivt med granskningsgrupp.

3.2.2 Beskriv feleffekt

Feleffekten granskades utifrån sex olika aspekter: Säkerhetsrisk, Miljö, Tillgänglighet, Produktivitet, Kvalitetspåverkan och Kostnad. För att beskriva en så sanningsenlig feleffekt som möjligt, för hur effekten påverkar dessa områden, så togs återigen hjälp av granskningsgruppen och utgick också från annan nödvändig information som ansågs kunna stötta besluten kring området. En mycket stor mängd feleffekter kommer genereras i detta steg, varför det är viktigt att det utförs noggrant, då beskrivningen av feleffekter direkt påverkar vilka komponenter som ska sällas bort och vilka som ska fokuseras på.

3.3 FMEA - Failure Mode and Effects Analysis

Som beskrivet i avsnitt 2.5 utförs FMEA vanligen i en av fyra olika typer av utformningar. I examensarbetet utfördes en *design FMEA* då denna typ av analys har störst fokus på att utvärdera ett systems komponenter. Examensarbetets FMEA skedde i två steg. Först grovklassades feleffekten i en kritikalitetsmatris, och sen kördes risk-nivåerna genom ett kritikalitetsfilter. Feleffekter som tog sig genom filtret klassades som signifikanta och värderades vidare med ett risktal, eller RPN från engelskans Risk Priority Number.

De komponenter med feleffekter som visade störst risk uppmärksammades, och därmed uppmärksammades de platser på betraktade produktionslinjer som innehåller störst risk.

3.3.1 Kritikalitetsmatris

I en första utvärdering av feleffekter så grovklassades dem i en kritikalitetsmatris. I kritikalitetsmatrisen rangordnades feleffekten hos var och en av de sex aspekterna med en A-, B- och C-kvalificering som beskrivs i tabell 1. Gränsvärdena till varje klass är anpassade till företaget och de produktionslinjer som kartläggs. Syftet var att sortera bort de konsekvenser som i dagsläget som går att godta, från de som inte är godtagbara. Filtret effektiviserade hela utvärderingsprocessen, då det ledde fram till ett mindre antal signifikanta komponenter som senare skulle fokuseras på, med en mer noggrann utvärdering. Variablerna definieras nedan:

- ❖ **Tillgänglighet** värderar tiden som det tar att åtgärda felet, tiden för att upptäcka och utvärdera felet, ledtid för att få in behövt material/reservdelar adderat med tiden för reparation/utbyte av komponent.
- ❖ **Produktivitet** värderar vilken grad ett fel påverkar produktionseffektiviteten.
- ❖ **Kvalitetspåverkan** värderar hur mycket kvalitetsutbytet påverkas av ett fel
- ❖ **Säkerhetsrisk** värderar risken för att ett tillbud i anläggningen uppstår som följd av funktionsfel i komponenten.
- ❖ **Miljö** värderar miljöpåverkan utifrån juridiska ramar och företagets egna målsättningar.
- ❖ **Kostnad** värderar hur stor den direkta kostnaden att åtgärda felet är.

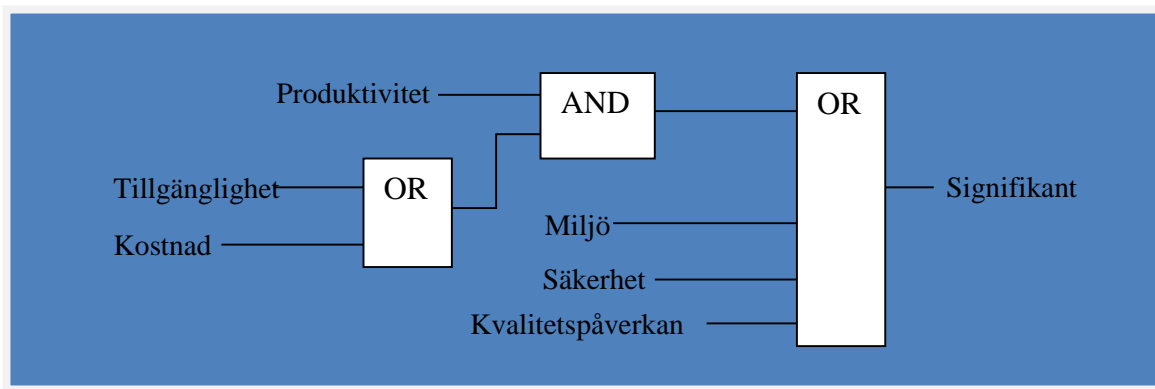
Definitioner/gränsvärden för variablerna togs fram genom diskussion med den industriella handledaren.

Tabell 1 - Kritikalitetsmatris som beskriver gränsvärden för de sex stycken betraktade aspekterna i kritikalitetsfiltret.

Nivå	Tillgänglighet	Produktivitet	Kvalitetspåverkan	Säkerhetsrisk	Miljö	Kostnad
A = HÖG	Resulterar i att maskinen är otillgänglig i > 2 dygn	Resulterar i produktionstopp på linjen	Uppfyller inte kvalitetskrav	Noterbar skada inklusive tillbud	Externa utsläpp över tillåtna värden	> 15 000 kronor
B = MEDEL	Resulterar i att maskinen är otillgänglig mellan 1 - 48 timmar	Påverkan på delsystemets effektivitet	Kvalitetspåverkan	Nästan tillbud	Internt utsläpp	5 000 – 15 000 kronor
C = LÅG	Resulterar i att maskinen är otillgänglig i < 1 timmar	Ingen påverkan på delsystemets effektivitet	Ingen påverkan	Ingen risk	Inget utsläpp	< 5 000 kronor

3.3.2 Bestämning av signifikanta komponenter, kritikalitetsfilter

Ett kritikalitetsfilter hanterar en komponents tilldelade grovklassning A-, B- och C-klass inom de sex övervägda områden. Endast de komponenter som uppfyller villkoren i modellen utvärderades med ett risktal. Om en feleffekt klassats som högrisk med klassen A i en eller flera av de sex betraktade aspekterna så kan det leda till att komponenten betraktas som signifikant (förhållandet mellan de olika aspekterna beskrivs i figur 2). En B-klassificering fungerade endast som en varning för framtida arbete, men kan i framtiden komma att bli en högrisk A, allt eftersom driftsäkerheten blir bättre och gränsvärdenas övre gränser snävas åt.



Figur 6 – Kritikalitetsfilter: modell som beskriver bestämning av signifikant komponent

3.3.3 Risktal

Riskalet, RPN från engelskans Risk Priority Number, beräknades utifrån de samlade intrycken av feleffekterna för respektive komponent. RPN skiljer sig för varje signifikant komponent och ska leda till en relativt indelad lista av risker, och belysa de med allra högsta tal.

RPN genererades utifrån tre faktorer som var och en är indelad i klasser. Sannolikheten (S), Konsekvensen (K) och Upptäcktssannolikheten (U). Produkten av S, K och U bildar risktalet Risk Priority Number, och fungerar då som ett konkretiserat värde för vilka komponenter som innefattar störst tillförlitlighetsrisk.

S, K och U värderas ofta på en skala 1-5, med en bedömning av risken som betraktad enhet har i respektive variabel. I avsnitt 3.3.3.1–3.3.3.3 beskrivs metoden som använts för att bedöma de tre variablerna S, K och U, för respektive komponent.

3.3.3.1 Sannolikheten (S)

Sannolikheten, S, bedömer hur troligt det är att konsekvensen inträffar. Sannolikheten för att en konsekvens inträffar, underbyggs med den mängd information som anses tillräcklig för att göra en korrekt och kvalificerad bedömning. Den kan stötts av internt samlad felfrekvens av specifika felsätt, livscykelanalyser av komponenten, om det finns kända felsätt kopplade till kring liknande komponenter i snarlika miljöer. Den miljö som komponenten har använts i kan jämföras med hur noga underhållsanvisningen av leverantören har efterföljts (om en sådan finns); Övrigt som stressar komponenten; Vilken luftkvalité har komponenten verkat i? Temperatur, smuts och fukt? Är komponenten frekvent utsatt för strömavbrott? Har komponenten tvingats till prestanda över standard? Finns det några fall av felanvändning från operatör?

Vid beräkning av sannolikheten bedömdes komponentens installationsförhållanden i fem olika aspekter, på en skala 1-5, se tabell 2. Aspekterna som behandlas för att väga sannolikheten är: en allmän bedömning över felsannolikheten för den betraktade **komponentens typ** (exempelvis så har ett PLC modulkort större felsannolikhet än en PLC CPU), komponentens **drifttid i förhållande till dess uppskattade livslängd**, komponentens **felhistorik**, **driftmiljön** som komponenten installerats i, samt en bedömning av hur väl komponenten **hanterats av operatörer** i sitt driftsammanhang. Komponentens prestation i de fem olika aspekterna adderades sedan, följt av att medelvärdet beräknades. Formel för beräkning, samt ett exempel ges i figur 7.

Tabell 2 – Aspekt-faktorer för sannolikheten.

Faktor 1:
1.1 Mycket låg sannolikhet för funktionsfel.
1.2 Har varit installerad i under 80 % av sin designade livstid.
1.3 Inga barnsjukdomar och ingen historik av felfunktion.
1.4 Komponentens rekommenderade driftmiljö samt driftinstruktioner har följts korrekt sedan installation.
1.5 Ingen historik av operatörers felanvändning.
Faktor 2:
2.1 Låg sannolikhet för funktionsfel.
2.2 Har varit installerad i över 80 % men under 120 % av sin designade livstid.
2.3 Har något enstaka fall av felfunktion i dessa faser.
2.4 Komponentens rekommenderade driftmiljö och driftinstruktioner har följts godtyckligt bra.
2.5 Enstaka fall av operatörs felanvändning.
Faktor 3:
3.1 Ganska sannolikt.
3.2 Har varit installerad i över 120 % men under 200 % av sin designade livstid.
3.3 Har något enstaka fall av felfunktion i dessa faser.
3.4 Komponentens rekommenderade driftmiljö och driftinstruktioner har följts dåligt.
3.5 Ett par fall av operatörs felanvändning finns.
Faktor 4:
4.1 Hög sannolikhet för funktionsfel.
4.2 Har varit installerad i över 200 % men under 300 % av sin designade livstid.
4.3 Har ett par fall av felfunktion i dessa faser.
4.4 Komponentens rekommenderade driftmiljö och driftinstruktioner har följts väldigt dåligt.
4.5 Flera fall av operatörs felanvändning finns.
Faktor 5:
5.1 Mycket hög sannolikhet för funktionsfel.
5.2 Har varit installerad i över 300 % av sin designade livstid.
5.3 Har många fall av felfunktion i dessa faser.
5.4 Komponentens rekommenderade driftmiljö och driftinstruktioner har inte följts.
5.5 Frekvent upprepane fall av operatörs felanvändning finns.

För att en aspektfaktor ska tas med i beräkningen krävs det att fakta finns tillgänglig för att grunda det påstående man gör angående respektive komponent. Konsekvensen (K) och Upptäckssannolikheten (U), räknas ut med hjälp av samma formel med anpassade aspektfaktorer för respektive variabel.

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Faktor } i}{n}$$

Ex. (Faktor 1, alternativ 1.3) OCH (Faktor 4, alternativ 4.5) = (1+4)/2 = (S) = 2.5

Figur 7 - Formel för beräkning av Sannolikhet, Konsekvens och Upptäckssannolikhet, samt ett exempel för hur beräkningen går till.

3.3.3.2 Konsekvensen (K)

Konsekvensen, K, bedömer allvarlighetsgraden av feleffekten. Konsekvensen kan underbyggas med information som: Har felsättet någon effekt på maskinens/processens effektivitet. Medför det en säkerhetsrisk. Medför det en påverkan på kvalitén och risk för kassering och spill. Blir maskinens/processens tillgänglighet påverkad och vilken kostnadskonsekvens medför funktionsfelet. Aspekt-faktorerna för konsekvensen redovisas i tabell 3.

Tabell 3- Aspekt-faktorer för konsekvensen.

Faktor 1:
1.1 Tid för åtgärd under en halvtimme.
1.2 Mycket låg kostnad för utbyte eller reparation av felet. Under 1000kr.
1.3 Ingen kvalitetspåverkan.
1.4 Ingen påverkan på maskinens effektivitet.
1.5 Ingen risk för människor och omgivning kan uppstå.
Faktor 2:
2.1 Tid för åtgärd över en halvtimme.
2.2 Låg kostnad för utbyte eller reparation av felet. Över 1000kr.
2.3 Liten kvalitetspåverkan.
2.4 Liten påverkan på maskinens effektivitet
2.5 Mycket liten risk för människor och omgivning kan uppstå.
Faktor 3:
3.1 Tid för åtgärd över sex timmar.
3.2 Betydande kostnad för utbyte eller reparation av felet. Över 4000kr.
3.3 Viss kvalitetspåverkan.
3.4 Viss påverkan på maskinens effektivitet.
3.5 Liten risk för noterbar skada.
Faktor 4:
4.1 Tid för åtgärd över tjugofyra timmar.
4.2 Stor kostnad för utbyte eller reparation av felet. Över 10 000kr.
4.3 Stor kvalitetspåverkan.
4.4 Stor påverkan på maskinens effektivitet.
4.5 Risk för allvarligt tillbud.
Faktor 5:
5.1 Tid för åtgärd över tre dygn. (eller information otillgänglig)
5.2 Mycket stor kostnad för utbyte eller reparation av felet. Över 25 000kr. (eller information otillgänglig)
5.3 Uppfyller inte kvalitetskraven.
5.4 Mycket stor påverkan på maskinens effektivitet.
5.5 Stor risk för allvarligt/livshotande tillbud.

Eftersom RPN endast används som en indikation för potentiella risker så har konsekvensvägningen i kostnad och tillgängligheten definierats till att få en faktor 5, ifall informationen för dessa aspekter inte är tillgänglig.

3.3.3.3 Upptäcktssannolikheten (U)

Upptäckssannolikheten, U, baserades på vilka möjligheter som finns för att upptäcka feleffekten innan konsekvensen eskalerar. Exempel på bedömningsunderlag är givarsignaler som avslöjar källan till feleffekterna. Faktorn U är viktig för att ta hänsyn till den ökande risken för en eskalerande konsekvens. Det är starkt kopplat till leveransservice, och i värsta fall företagets image, om en feleffekt på kvalitén inte upptäcks förrän den nått kunden. Aspektfaktorerna för upptäcktssannolikheten redovisas i tabell 4.

Tabell 4 - Aspekt-faktorer för upptäcktssannolikheten.

Faktor 1:
1.1 Mycket hög sannolikhet för snabb upptäckt.
1.2 Mycket bra av överblick från operatör i flödet.
1.3 Flera givarsignaler för fel eller stopp som avslöjar felfunktionen finns.
1.4 Möjlighet att upptäcka fel direkt efter felfunktionen, utan att kexen har passerat fler barriärer.
Faktor 2:
2.1 Ganska sannolikt att felfunktionen upptäcks snabbt.
2.2 Bitvis överblick från operatör i flödet.
2.3 Minst en givarsignal för fel eller stopp.
2.4 Möjlighet att upptäcka fel efter att kexen har passerat max två barriärer, varav en som inte skadas av felet.
Faktor 3:
3.1 Mycket låg sannolikhet att felfunktionen upptäcks snabbt,
3.2 Ingen överblick från operatör i flödet.
3.3 Inga givarsignaler för fel eller stopp finns.
3.4 Kexen har passerat alla barriärer, varav flera har skadats av felet.

3.4 Exceldokument

Som en samlingspunkt för all information från de 5 stegen i arbetsgången togs ett excel-dokument fram. Vid studie av en produktionslinje så fylldes detta dokument i simultant med att information togs fram. Arken i Excel dokumentet är uppdelade i diverse informationsblad (lila flik markering) för att beskriva kritikalitetsmatrisen och hur RPN tas fram, samt blad som innehåller all samlad information kring respektive produktionslinje (blå flik markering). Detta innebär att en ”produktionslinjesida” i Excel-dokumentet innehåller en komponentlista, lista för dess funktionsfel och felsätt samt en grovklassning av feleffekterna i ett kritikalitetsfilter. Uträkningen av RPN för de komponenter som klassats som signifikanta, gjordes på ett separat blad för respektive produktionslinje.

3.5 Informationskällor

Nödvändig information för arbetet samlades från ett antal olika källor, såsom interna datasystem inom Orkla Confectionery & Snacks, samtal med de anställda i anläggningen och granskningsgruppen, samt genom kontakt med komponenttillverkare och återförsäljare. Arbetet har inte innefattat en väl definierad granskningsgrupp som beskrivs i teori kapitlet utan kommunikation med underhållspersonal och operatörer har skett när frågor uppstått.

3.5.1 Idus

För att administrera reservdelshållningen på Göteborgs Kex så användes programvaran Idus IS. Idus IS är ett underhållssystem som är skapat för processindustrin. På Göteborgs Kex innehåller programvaran information om alla de reservdelar som hålls i lager.

3.5.2 Observation

Den initiala linjekartläggningen skedde genom att studera produktionslinjerna nere på golvet och att därmed anteckna de tillhörande maskinernas följd i linjen. Väl nere på golvet identifierades även en mängd elkomponenter, delvis modellerna på operatörspanelerna som maskinerna använder, samt genom att öppna elskåp och anteckna modellerna på viktiga elkomponenter som exempelvis PLC-moduler.

På golvet skedde även ostrukturerade intervjuer med de operatörer som arbetar vid linjen, för att få en allmän bild av vardagssituationen på linjen, samt en bild av vilka maskinblock i linjen som skapar flest konsekventa produktionsstopp.

3.5.3 Arkivrum

På Göteborgs Kex underhållsavdelning finns ett arkivrum där fabriken alla maskinmanualer är samlade. Maskinmanualerna innehåller komponentlistor och ritningar som studerades för att identifiera de komponenter i maskinen som anses vara relevanta för fortsatt studie. Det finns även ett digitalt arkiv med elritningar som i viss utsträckning används på samma sätt.

3.5.4 Databaser på internet

För att ta reda på relevanta komponenters tillgänglighet och kostnad på marknaden, gjordes vid behov, en sökning på dessa komponenter hos anläggningens huvudåterförsäljare, Ahlsell och Drivhuset. Ifall de hade slutat leverera produkten söktes antingen en ersättningsprodukt upp och utvärderas med samma information, alternativt söktes produkten upp på tredjepartssidor som t.ex. Axdos AB. Kompletterande information om komponentdata hämtades även från kommunikation med fabrikanter av respektive komponent. Fabrikanter som en dialog förts med: Siemens, Danfoss, ABB, Pilz, Eurotherm, Jumo och Phoenix Contact.

Informationssökning för utvärdering av feleffekten gjordes genom sökning i de återförsäljares databaser (bl.a. Drivhuset AB och Ahlsell) som anläggningen beställde varor från, samt genom kommunikation med tillverkarna av de identifierade komponenterna (bl.a. Danfoss, Siemens och Jumo).

4. RESULTAT

Efter examensarbetets metod var framtagen utfördes denna arbetsgång på linje 9, 10 och 26. Under arbetsgången gjordes ett par stycken kompletterande avgränsningar för att arbetet skulle kunna ge ett värdefullt resultat till beställaren inom arbetets tidsramar. Det samlade resultatet av kartläggningen, komponentidentifikationen och felanalysen är antecknat i Exceldokumentet. I rapportens resultat beskrivs arbetets resultat allmänt, samt med exempel i form av urklipp från Exceldokumentet används för att beskriva resultatet på komponentnivå.

4.1 Kartläggning

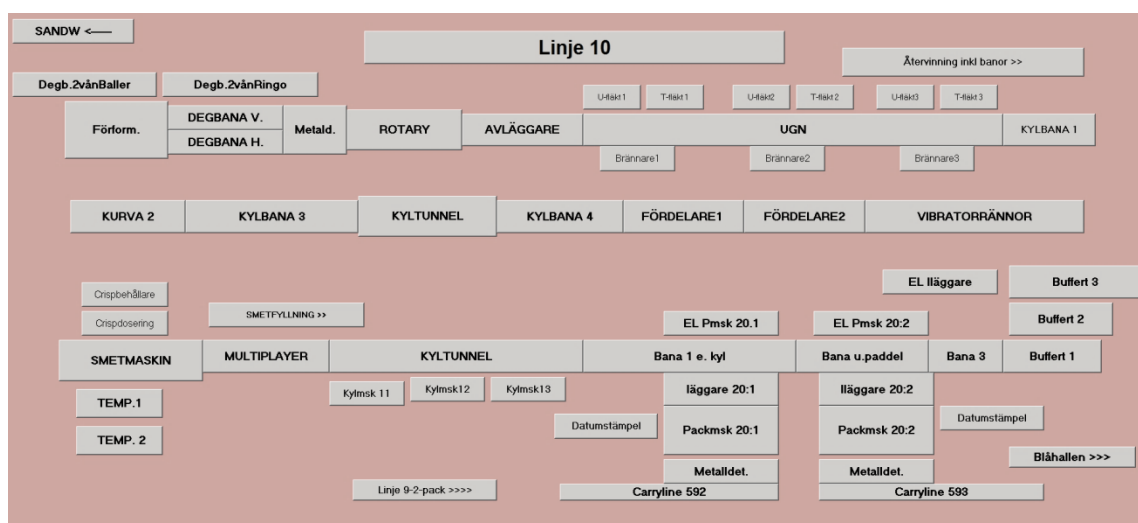
Här presenteras ett exempelfall från vårt resultat ifrån kartläggningen.

4.1.1 Kompletterande avgränsning

Analys av alla komponenter, mekaniska såväl som elektroniska komponenter, påbörjades på linje 9 och 10 men efter kompletterande avgränsning så fortsatte arbetet med att enbart omfatta elkomponenter. Typen av elkomponenter som ansågs relevanta för analys var PLC:n, frekvensomformare, äldre säkerhetsreläer och större transformatorer. Detta är komponenter som kan få funktionsfel då den är helt ur funktion, och generellt inte får partiella funktionsfel. Kartläggningen innefattade alltså inte t.ex. elmotorer.

4.1.2 Linjeuppdelning

En uppdelning av båda linjernas olika delsystem togs ut från programvaran Idus IS i form av linjekartor. Delsystemen angivna i kartorna används som referens i Exceldokumentet för att beskriva var på linjen komponenter är monterade. Komponenterna tilldelades delsystem baserat på var de satt monterade och inte baserat på vad dem styr (ex: frekvensomformare linje 10 som styr kyltunnel, monterad i elskåp vid smetmaskin). Linjekartorna är inklipta i Exceldokumentet på excel-bladen ”9karta”, ”10karta” samt ”26karta”. I figur 8 är kartan över linje 10 som exempel. Linjekarta för linje 9 och 26 är bifogade i Appendix A.



Figur 8 - Linjekarta över delsystem i linje 10.

4.1.3 Komponentidentifiering

Komponenternas huvudfunktioner antecknades i samband med komponenterna antecknas. En viss komplettering av denna information utfördes sedan genom att analysera delsystemens elritningar. Kompletta lista över samtliga identifierade komponenter hittas i Exceldokumentet. Tabell 5 är ett urklipp från Exceldokumentet med två PLC-moduler av fabrikat Siemens, monterade vid ”iläggare 20:1/20:2” på linje 10.

Tabell 5- Exempel från Exceldokumentet, från sida "10", rad 128-129, kolumn A-E.

Delsystem	Komponent	Fabrikat	Installationsår	Funktion
Packmaskin 20:1	Analog output 332-5hf00-0ab0 2st	Siemens	2012	Skicka ut signaler från PLC
Packmaskin 20:1	Digital input 321-1bl00-0aa0 3st	Siemens	2012	Tar emot signaler till PLC

Delsystem är platsen i linjekartan komponenten är installerad i, komponentkolumnen beskriver komponentens namn, fabrikatet beskriver vilket företag som tillverkat komponenten, installationsåret är året som komponenten är installerad och funktionen beskriver vilken uppgift komponenten utför i delsystemet.

4.2 Komponentutvärdering

Här presenteras ett exempel från vårt resultat ifrån komponentutvärderingen.

4.2.1 Funktionsfel och Felsätt

Eftersom arbetet begränsas till elkomponenter gjordes generellt förenklingen att en komponent med funktionsfel är helt ur funktion, då elkomponenterna generellt inte får partiella funktionsfel.

Komplett samling av komponenternas funktionsfel och felsätt för linje 9, 10 samt 26 är antecknade i Exceldokumentet. Figur 10 är ett urklipp från Exceldokumentet med fortsatt beskrivning av komponenterna från figur 6.

Tabell 6 - Exempel från Exceldokumentet, sida "10", rad 128-129, kolumn F-I.

Funktionsfel	Felsätt 1	Felsätt 2	Felsätt 3
Skickar inga ut signaler från PLC	Kortslutning	Smutsig miljö	
Tar inte emot signaler till PLC	Kortslutning	Smutsig miljö	

Funktionsfelet för de två komponenterna beskriver vad för typ av fel respektive komponent kan få. Felsätten beskriver olika sätt som funktionsfelen hos komponenterna kan uppstå på.

4.2.2 Feleffektsanalys

Feleffektsanalysen är en teknisk dokumentation som är till för att sparas och vidareutvecklas. Den inleds med ett filter där effekterna grovklassas och sen vidare till Risk Priority Number som är det sista skedet av analysen Detta dokument betraktas som huvudresultatet av arbetsgången, alltså en prioriteringslista över de betraktade komponenterna.

4.2.2.1 Kritikalitetsfilter

Vid fastställandet av signifikanta enheter är excel-dokumentet anpassat att kunna ta hänsyn till både miljöaspekten och säkerhetsaspekten. Dessa aspekter var dock svåra att bedöma, så arbetet fortsatte med att enbart utvärdera konsekvensen ur en produktionssäkerhetssynpunkt, samt tidsbegränsningen. Stopptiden skattades genom en kvalitativ bedömning av hur lång tid utbyte av respektive elkomponent tar adderat med ledtiden att få tag på komponenten. Stopptiden för ett haveri av en el-komponent i lager är alltså lika med stopptiden för utbyte av komponenten. Kostnaden för respektive komponent togs från respektive återförsäljare.

Samtliga kritikalitetsutvärderingar av respektive komponent är antecknade i Exceldokumentet. I tabell 7 är ett urklipp från Exceldokumentet med kritikalitetsutvärdering av komponenterna från tabell 6.

Tabell 7 - Exempel från Exceldokumentet, sida "10", rad 128-129, kolumn J-Q. Kommentars-kolumnen fungerar som ett extra informationsfält för information som kan vara relevant för respektive komponent.

A		B		C		Kritikalitet ABC	Kommentar	Signifikant?
Tillgänglighet	Hög kostnad	Kvalitetspåverkan	Produktivitet	Säkerhetsrisk	Miljö			
A	B	C	A	C	C		ej i Idus, 8115kr, 3-7days.	Ja
C	C	C	A	C	C		1st i lager, 2846kr, 1dag.	Nej

Komponenten på första raden definieras som A-klass i både tillgänglighetsaspekten och produktivitetsaspekten, och blir därmed definierad som signifikant. B-klassen i kostnaden innebär att komponent priset är risk fyllt, men det ger inte utslag för att vara signifikant.

Komponenten på den andra raden finns i lager och har en relativt låg kostnad vilket innebär att den får en C-klassificering för både kostnaden och tillgängligheten, därmed blir denna komponent inte signifikant, även fast ett haveri skulle skapa ett produktionsstopp.

4.2.2.2 Risk Priority Number

Komponenter som kritikalitetsfilteret definierade signifikanta utvärderades sedan noggrannare med RPN-tal. Samtliga RPN-tal och dess uträkningar av respektive signifikant komponent är antecknade i Exceldokumentet på sidorna "9RPN", "10RPN" och "26RPN". I figur 9 är ett urklipp från Exceldokumentet med RPN-uträkning av komponenten som definierades signifikant i tabell 8.

Tabell 8 - RPN uträkning på komponent värderad signifikant i figur 7. Urklipp ur Exceldokumentet sida "10RPN". (Rad uppdelning mellan felsannolikheten och

sannolikheten är gjord för att bättre passa rapporten. I Exceldokumentet är komponenters information samlad

RPN (Risk Priority Number) för linje 10		FMECA med hänsyn till: 1. Sannolikheten för att felfunktion eller haveri inträffar. Baseras på historik, livscykelanalys och servicehistorik.			
Komponent	Fabrikat	F: Felsannolikhet		Faktor 1-5	
Analog output 332-5hf00-0ab0 2st	Siemens	((3 : sannolikhet p.g.a. komponent typ)+(2 : mellan 80%-120% av livslängd)+(2: miljö godtyckligt bra))/3		2,33	
2. Allvarlighetsgrad om felet skulle inträffa. Baseras på allvarlighetsgraden av konsekvensen 3. Sannolikheten för hur snabbt felfunktionen upptäcks. Tiden att reagera på en avvikelser, och på så vis undvika spill, stopptid eller annan konsekvens som växer med tiden.					
K: Konsekvens	Faktor 1-5	U: Upptäckssannolikhet		Faktor 1-5	RPN
((1 : ingen kvalitets påverkan)+(1: ingen risk för skada)+(2: i classic fasen)+(3: Kostnad = 8115kr)+(5 : Reparationstid>72h)+(5: Produktionsstopp))/6	2,71	((1 : mycket hög sannolikhet för upptäckt)+(1 : mycket bra överblick)+(1: snabb upptäckt)+(2: minst en givarsignal))/4		1,25	7,89

Komponent namnet och fabrikatet flyttas automatiskt över mellan sidor när en komponent definierats signifikant. F, S och U räknades ut enskilt, baserat på tillgänglig information kring respektive komponent. Det slutgiltiga RPN:et jämförs sedan relativt till de andra utvärderade komponenterna för att se var risk områdena i linjen befinner sig.

4.3 Informationsinsamling

Samtlig inskaffad information integrerades direkt i excel-dokumentet som bifogas i Appendix A-C.

Informationen som samlats in från tredjepart ficks från tillverkarna samt leverantörerna där avtal fanns för handel. Prislister ficks från företagets leverantörer Ahlsell och Drivhuset. I samband med prislister ficks även leveranspolicy och ledtider för anskaffning.

Övriga informations som inte täcktes av tillverkare och leverantörer med avtal ficks direkt från undersökning e-marknad, såsom Axdos AB, Radwell International Inc. och E-bay.

5. DISKUSSION

I avsnitt 5.1–5.4 diskuteras metoderna, resultatet och dess validitet, samt de kompletterande avgränsningarna som gjorts under arbetsgången, utifrån teorin. I avsnitt 5.5–5.7 förs diskussion dras utifrån examensarbetets frågeställning.

5.1 Komponentidentifiering

Företaget saknar i dagsläget ett komplett anläggningsregister. Det ledde det till skapandet av ett eget register genom att granska alla elskåp, tillhörande produktionslinjerna, med sitt innehåll.

Som tidigare nämnts så eftersöktes i huvudsak styrsystem, större säkerhetsreläer, transformatorer, frekvensomformare, servoförstärkare och strömförsörjare. I de granskade elskåpen hittades också en mängd lysdioder, knappar, säkringar, kablar och annan utrustning som bedömdes av handledare som dussinvaror, och blev därmed exkluderade ur processen. Medan det absolut finns ett värde i att låta sådana komponenter ingå i analysen, så var avgränsningen nödvändig för att en värdefull analys skulle kunna utföras av den utrustning som fokuserades på, inom bestämda tidsramar. Historiskt sett så finns ett exempel på en ytterst icke-komplex standardprodukt som hindrade rymdfärjan Challenger att flyga mer än 73,2 sekunder, nämligen O-ringar till packningar. Något som skulle kunna klassas som dussinvara (Atkinson, 2012).

Efter att innehåll i elskåp antecknats så kompletterades kartläggningen med elritningar som fanns att tillgå. Dessa ritningar är dock i många fall utdaterade och användes därför endast för att komplettera information om identifierade komponenter med exempelvis funktionsbeskrivning, och inte för att identifiera ytterligare komponenter då de kan vara utbytta/borttagna.

5.2 Kompletterande avgränsning i kartläggning

Under arbetsgång togs beslutet att avgränsa examensarbetet till att bara omfatta elkomponenter. Beslutet tog tillsammans med handledare på Orkla med motiveringen att det inte fanns tillräckligt med information tillgänglig för att genomföra en analys av de mekaniska komponenterna och att det inte skulle hinnas med att komplettera företagets anläggningsregister, samt dokumentera den krävda informationen, inom arbetets tidsramar.

För de elkomponenter som ingår i Linje 9, 10 och 26 så var spridningen av tillverkare av komponenterna relativt liten, vilket effektiviserade informationsinsamling från tillverkare. Situationen på företaget innebar att det var lättare att involvera handledare och elektriker i analysen när inriktningen mot elkomponenter gjordes, vilket ytterligare motiverade till avgränsningen. Som tagits upp i teorikapitlet så är användarens och underhållspersonalens kunskaper och omdöme mycket viktiga, om inte direkt avgörande, för att nå ett högt värde i analysen.

5.2.1 Funktionsbeskrivning

I bestämmandet av funktion så var den inledande strategin att beskriva denna med ett verb följt av substantiv och en prestationsstandard, t.ex. ”Reglera servomotors hastighet med intervallet 40Hz-65Hz”. Eftersom en kvantitativ beskrivning av prestationsstandard kräver en djup kunskap om komponenten i sitt sammanhang så valdes, i de allra flesta fall, en kvalitativ beskrivning av prestationsstandard att användas som istället skulle kunna lyda ”Reglera servomotors hastighet med varierande frekvens”.

5.2.2 Funktionsfel

I den kompletterande avgränsningen så valdes det att enbart fokusera på de elkomponenter som inte får partiella funktionsfel, utan där ett funktionsfel leder till en helt utebliven funktion.

Efter kartläggningen gjordes en reflektion kring ifall det går att dra några direkta slutsatser för de ingående komponenterna och deras sammanhang, angående hela utvärderingsprocessen. Då drogs slutsatsen att en kvalitativ beskrivning är rimlig för elkomponenter, som generellt inte får en gradvis minskning av prestanda, utan att de vanligaste felsätt leder direkt till den typ av funktionsfel som får den beskrivna funktionen att helt sluta att fungera.

5.2.3 Felsätt

I arbetets många avgränsningar, i synnerhet avgränsningen till endast elkomponenter, så medfördes även ramar för vilken information som eftersöktes, vilket var nödvändigt för analysens värde. I arbetets lista av felsätt så finns en väldigt liten variation kring tänkbara orsaker, och detta argumenteras för i textstyckena nedan.

För att beskrivning av felsätt skulle vara möjlig att genomföra så fastställdes ett inledande ramverk för detta steg. Felsätt som uppstår som en följd av (ny) önskad prestanda går över den initiala nivån av prestanda som komponenten dimensionerats för, har inte ingått i detta steg, då detta arbete inte syftar till att öka produktionstakten, utan är inriktat mot att minst behålla den rådande prestanda.

Gruppen av felsätt där prestanda sjunker under önskade nivåer är också uteslutna, då de funktionsfel som tagits upp av handledare inte bara har en sänkt prestationsförmåga, utan ett haveri då komponenten helt och hållet förlorar sin förmåga att prestera.

Som tidigare beskrivits så finns fem principiella orsaker till försämrad prestanda, och för elkomponenter så är det huvudsakligen smutsiga miljöer, operatörers felanvändning samt förslitningar som står för de vanligaste orsakerna (se 2.3.3.1 *Försämring*).

För de komponenter som sitter inuti elskåp så är operatörs felanvändning och kollisionsskador högst osannolika. Efter samtal med industriell handledare så togs det fram tre huvudsakliga felsätt för komponenter som sitter i elskåp, som är ”*hög temperatur*”, ”*kortslutning*” och ”*smutsig miljö*”. För de elkomponenter där display sitter på elskåpets/maskinens utsida så anses ”yttre kollisionsskada” även vara ett tänkbart felsätt, och är då kopplat till operatörs felanvändning.

För att gå vidare i arbetsprocessen så bör felsätten kvantifieras med en felfrekvens, men det fanns inte tid att skaffa tillförlitlig information att kunna göra detta. Felfrekvens, som är en indikator på sannolikheten för att felsätten ska inträffa, beskrevs därför inte i detta skede utan utvärderas vidare med en feleffekt och felkonsekvens i kritikalitetsfiltret. För de produkter som blev signifikanta gjordes en mer grundlig informationssökning kring komponenternas sannolikhet för felfunktion.

5.3 Kritikalitetsfilter

Eftersom en utvärdering med RPN-tal är en relativt tidskrävande process hade det i examensarbetet inte varit möjligt att utföra en fullständig utvärdering på samtliga identifierade komponenter. För att finna de komponenter som hade störst behov av att utvärderas med ett RPN utvecklades därför ett kritikalitetsfilter. Filtret bestämmer vilka komponenter som betraktas som signifikanta, där konsekvensen för fel utvärderas. I och med att endast ”signifikanta komponenter” utvärderades kan arbetet tolkas som en form av Streamlined RCM, vilket man helst vill undvika enligt avsnitt 2.7 i teorin. Avgränsningen anses dock vara legitim, då avgränsning till signifikanta komponenter inte är ovanlig i produktionsindustrin och är en av de typerna av Streamlined RCM utför mindre argument emot än t.ex. användning av generiska FMEA. Avgränsningen var också nödvändig för att examensarbetet skulle vara utförbart inom dess tidsramar.

Även om filtret endast utvärderade konsekvens togs en viss hänsyn till sannolikheten i identifikation av felsätt, då endast troliga felsätt betraktas. Filtret kan därmed komma att kunna släppa förbi korta men sannolikt frekventa produktionsstopp. För att undersöka denna typ av produktionsstopp rekommenderas användning en annan metodikgrund än RCM, exempelvis TPM.

5.4 Kompabilitet

Komponenters olika överskridande kompabilitet är en aspekt som kan ge stora variationer i konsekvensvariabelns utslag, vid RPN-uträkning. Genom diskussion med handledare så har denna aspekt valts att angripas på två olika sätt, beroende på vilken typ av komponent som betraktas.

PLC komponenter samt frekvensomformare har valts att analyseras ur ett ”värsta fall scenario”, och därmed behandlas på så sätt att om en komponent behöver bytas ut, ska den bytas ut av en likadan modell. Detta synsätt är inte fullständigt verklighetsanpassat för alla komponenter, t.ex. så kan en PLC CPU bytas ut till en av större kapacitet om en sådan istället finns i lager. Avgränsningen innebär dock fortfarande att ”ovanliga” modeller får ett större utslag, då de fortfarande har en lägre tillgänglighet på marknaden. På så vis så underskattas inget produktionsstopp.

Transformatorer och säkerhetsreläer anses ha såpas höga kompabilitets möjligheter att de anpassas till att aldrig gå igenom kritikalitetsfiltret, då tillgänglighetsstoppet aldrig blir stort nog att ge utslag p.g.a. deras höga kompabilitet.

5.4.1 Lagringstid för komponenter

Som framtida referens rekommenderas det att ta hänsyn till elkomponenters, utifall reservdelshållning övervägs att justera på grund av ett högt RPN. Majoriteten av de identifierade elkomponenterna har nämligen en begränsad lagringstid innan de själv-urladdas. Den rekommenderade lagringstiden för respektive komponent går enkelt att få tag på via kommunikation med tillverkare.

5.5 RCM som utgångspunkt för metod

Hur kan RCMs principer och verktyg anpassas för att verka optimalt i den rådande situationen?

I arbetet så valdes metoden och ramverket Reliability Centered Maintenance för att leverera det som beställdes av Orkla. En RCM-analys är mycket omfattande och tidskrävande, men om det utförs rätt så säger teorin att de resurser som spenderats på analysen bör sparas in under de närmaste åren, eller i vissa fall månaderna (Moubray, 1997).

Utförs det på en för hög nivå av analys så blir resultatet inte pålitligt. Utförs det på en för djup nivå så kan arbetet leda till en s.k. *analysis paralysis*, där fördjupningen blir oerhört tidskrävande och processen knappt rör sig framåt. I arbetets fall så krävdes strategiska avgränsningar för att undvika ett växande större projekt än vad examensarbete är dimensionerat för.

Under största delarna av april så pågick reflektion kring hur den bästa anpassningen av metoden skulle kunna se ut – sökning efter mellanvägen, med hänsyn till att täcka upp beställarens önskemål, men att även få ut mer av arbetet. Kanske även plantera ett frö för framtiden och visa för underhållsavdelningen vilka vinster med metodiken som finns och varför det lämpar sig hos dem.

Vad det gäller en traditionell RCM-analys med hänsyn till både mekaniska och elkomponenter, så har arbetet banat ut en arbetsgång åt personal på Orkla Confectionery & Snacks, som skulle kunna följa största delen av vår metod till att kartlägga de mekaniska komponenter samt resterande elkomponenter för övriga produktionslinjer, med hjälp av excel-dokumentet som plattform.

Metoden för underhållsavdelningens framtida användande hänger mycket på huruvida deras system för inrapportering av produktionsstopp utförs bättre med en högre detaljrikedom, och ifall de utser någon som dedikerat arbetar med att forma ett anläggningsregister, samt system för att hålla det uppdaterat.

RCM och arbetets anpassning av RCM utmynnade till ett resultat i enlighet med beställarens önskemål, vilket var grundsyftet med arbetet. Resultatet består av en jämförande prioriteringslista som beställaren kan underbygga sina investeringsförslag med till nästa budgetläggning.

Med dessa argument så är författarna nöjda med valet av RCM som ingenjörsmetod för det delsystem som det tillämpades på, och ser också möjligheter att fortsätta arbetet i framtiden.

5.6 Mätvärden

Vilka mätvärden är relevanta att betrakta när man ska utvärdera ett komponentfels effekt?

Tidigt i arbetet så utsågs ett kritikalitetsfilter som en viktig anpassning av RCM för att dra fokus till ett lägre antal komponenter för noggrannare granskning. Fram till denna punkt i arbetsprocessen så hade det ackumulerats en del data för sannolikhet och konsekvens som användes till en grovklassning.

Som tidigare nämnts så var ett övrigt ändamål och syfte med examensarbetet att bana ut en arbetsprocess för detta arbete såväl som fortsättning av arbete i framtiden. Medan en enighet i att det är produktionssäkerheten som prioriterades i detta arbete, d.v.s. tillgänglighet och produktionseffektivitet, så är miljö- och säkerhetsaspekterna alltid de ytterst viktigaste i en organisation.

Med de data som samlades kring komponenterna så gick det tydligt att placera in effekterna i de olika klassificeringarna. Detta utifrån tillgänglighet hos leverantör, leverantörstider, den uppskattade tidsåtgången internt för upptäckandet, analys, reparationstid och testning, reparationskostnader samt utgångsvillkoren kring att ett funktionsfel nästintill uteslutet leder till totalt produktionsstopp tills felet är åtgärdat och att sådana scenarion innebär försumbar kvalitetspåverkan eftersom flödet stannar av och bara några produkter (kex och kakor) går till bräck eller som spillmaterial. Men i säkerhets och miljöaspekterna så fanns en annan motivation.

Medan säkerhet och miljöaspekterna för fallet elkomponenter i sig utgör mycket låg risk, så har inte potentiella konsekvenser av elfel utretts längre än uttalade hypoteser i samtal med handledare, och sedan stannat där. Exempelvis om man ponerar att ett mycket osannolikt felsätt av en PLC eller frekvensomvandlare, som består av upp till 50 % av alla granskade komponenter, så finns väldigt få effekter som är av betydande konsekvens. Därför så sällas de en stor mängd elkomponenter bort direkt, då de inte leder till realistiska eller rimliga scenarion med högra konsekvenser nog, gentemot dess sannolikhet för fel. Då gick vi vidare till diskussion kring säkerhetsreläerna.

Teorin talar för att om en konsekvens av säkerhets och miljöaspekten anses vara extremt allvarlig så bör den analyseras noggrannare, trots att sannolikheten bedöms som låg. Men detta inom rimliga gränser.

I listan av kartlagda komponenter så ingår många säkerhetsreläer. När ett scenario uppstår då både skyddsutrustningen går sönder och sedan den skyddade funktionen också går sönder, och det kallas för ett multipelt fel. I samtliga elskåp på Orkla så är alla säkerhetsreläer av typen ”fail-safe”.

Med dessa argument så anser vi att samtliga grovklassningar inte ger utslag för högrisk i säkerhets- och miljöaspekten, och därmed behöver dessa aspekter inte granskas närmare.

5.6.1 Tillgänglighet

För arbetsprocessen så ansågs tillgänglighetsaspekten som en av de viktigaste. Som tidigare nämnts så syftar en hög riskkonsekvens till hur långt produktionsstoppet bedöms att blir om risken betraktas ur ett driftsäkerhetssynsätt. Vid ett fall av produktionsstopp så ska någon med rätt kunskap åtgärda detta, utvärdera vad som måste göras, hitta rätt reservdelar, vänta på ledtiden för reservdelens leverans, installera och testköra. Den stora faktorn i detta fall är ledtiden för leverans och i vissa fall, tid för installation och test. Medan tidsåtgång för installation och test kan variera stort så är ledtiden lättare att ta på. Vissa enklare antaganden kring reparationstiden går dock att göra, exempelvis att en PLC bör ta längre tid att ersätta än en temperaturdisplay.

Stor del av arbetet gick därför åt att ta reda på hur snabbt en reservdel kan vara på plats, om den skulle behövas. Detta innebar kontroll av det nuvarande reservlagret samt marknadsundersökning av tillverkare och återförsäljares leveranstider.

5.6.2 Kostnad

Kostnaden för ett funktionsfel definierades i största utsträckning utifrån komponentpriset. Att uppskatta kostnaden för reparationens arbetstimmar är svårt att göra på ett trovärdigt sätt, då variablerna som avgör kostnaden kan variera mycket fall från fall, även om det är samma komponent som betraktas. Detta innebär att gränsvärdena för kostnaden är anpassad efter att betrakta komponent priset. Värt att notera är att konsekvensen för reparationstiden uppskattas i tillgängligheten och värderas därför indirekt. En annan kostnad aspekt som inte betraktas är kostnaden för förstörda kakor, då den ackumulerade kostnaden för detta innan stopp uppskattas till att bli väldigt liten.

5.6.3 Produktivitet

Elkomponenternas karaktär innebär oftast att ett funktionsfel leder till ett fullkomligt stopp i sitt delsystem. Ett fåtal komponenter som bryter mot denna regel är kvalitetsövervakande komponenter som exempelvis PLC-styrd rensning av ugn på linje 10, samt metalldetektorerna på samtliga linjer.

5.6.4 Kvalitet

I kontrast till resultaten i produktiviteten så blir klassning av funktionsfel effekt på kvaliteten, i elkomponenter oftast på en låg klass, C, eftersom stopp i produktion leder till att kakor inte förs vidare i tillverkningen. I de flesta fallen så kommer en mindre mängd kakor bli förstörda vid stopp i ett delsystem, då tillförseln till delsystemet nödvändigtvis inte stoppar simultant med att delsystemet stoppar. Dessa kakor förs dock inte vidare i produktionen och påverkar därför inte kvaliteten på slut produkten. Undantag för denna regel är samma som beskrivet i föregående stycke.

5.7 Prioriteringslista

Vari befinner sig de största riskerna för produktionsstopp för de delar av anläggningen som arbetsmetoden tillämpats på?

Prioriteringslistan tog fram ur det samlade resultatet från RPN-uträkning av de signifikanta komponenterna. Listan fungerar som rekommendation för var driftsäkerhetsriskerna är som störst på de betraktade produktionslinjerna. Den bör dock inte följas okritiskt utan användas som riktlinjer för vilka områden i produktionen som kan få störst nytta av förbättringar. Listan tar exempelvis inte hänsyn till vad en förbättring eller åtgärd kostar, vilket har en avgörande betydelse i hur lönsam en förändring är att utföra.

RPN-uträkning tar inte hänsyn till hur många likadana komponenter som sitter installerade i drift. Därför rekommenderas en manuell hänsyn att tas till denna aspekt, då desto fler typer av samma komponent som är i drift, desto högre sannolikhet att en snarlik konsekvens kopplad till den typen av komponent inträffar. Det är dock värt att notera att feleffekten för ett funktionsfel hos en komponent inte bara är kopplat till typen av komponent, då feleffekten även är kopplad till förhållandet komponenten är installerad i. Det går därför inte att bara addera sannolikheten för likadana komponenter rakt av.

Hänsyn bör också tas till RPN:s olika faktorer separat. En komponent med ovanligt hög konsekvens, eller sannolikhet kan vara värd att se över, även om det samlade RPN-talet inte ger ett signifikant utslag i sammanhanget.

Det är viktigt att pointera att RPN är ett relativt tal som väger de betraktade komponenterna mot varandra. Gränsvärdena inom RPN-faktorerna kan därför behöva ses över i framtiden, i följd av att standarden höjs.

5.7.1 Sannolikhet

En allmän metod för att uppskatta både mekaniska och elektriska komponenter är fullt framtagen. Ett specialfall uppstår dock när felsannolikheten för elkomponenter ska uppskattas på grund av komplexiteten hos dem. Som beskrivet i teorin om olika typer felsannolikhetskurvor så följer elkomponenter oftast mönstret att tidigt i sitt liv präglas av barnsjukdomar, och sen nå en konstant nivå, men oftast en svagt ökande nivå av felsannolikheten.

Detta betyder dock inte att det är omöjligt att bedöma felsannolikheten hos de betraktade komponenterna relativt till varandra. Eftersom både en dokumenterad felhistorik för komponenter, samt en dokumenterad historik för felanvändning saknades, så baserades sannolikhetsberäkningen baseras på tre variabler:

- ❖ En ingenjörsmässig bedömning görs baserat på vilken typ av komponent som betraktas. Denna vägning är gjord tillsammans med handledare och baseras i hur komponenterna är utformade, samt generella förhållanden som setts i komponenternas historik. Som exempel så har en PLC CPU lägre felsannolikhet, än ett utgångskort tillhörande samma PLC, installerat vid samma tidpunkt.

- ❖ En bedömning av respektive komponents operationsålder i förhållande till respektive komponents design livslängd (uppskattad livslängd från tillverkare, med komponent satt i ett generaliserat förhållande).
- ❖ Samt en bedömning av miljön som komponenten är installerad i. Komponenter installerade kring ugnar utsätts t.ex. för högre temperaturer, komponenter som sitter utanför elskåp är mer utsatta för kollisioner, osv.

För framtida referens hade utvecklingen av ett prognostiseringssystem (beskrivet i avsnitt 2.6) möjliggjort en pålitligare bedömning av sannolikheten. Ett sådant system hade också kunnat utnyttjas genom större delar av RCM processen för att bättre förutspå fel, och övervaka komponenters tillstånd.

5.7.2 Konsekvens

Konsekvensen för en komponents felsätt utvärderas först i kritikalitetsfiltret med den mängd information som krävs för att grovklassa komponenten, men tilldelas inte en siffra förrän i RPN. De komponenter som examensarbetet analyserat är alltid av en karaktär där ett funktionsfel leder till fullständigt haveri. Därmed blir konsekvensen i en produktionssynpunkt oftast samma för samtliga av de identifierade komponenter, ett totalt produktionsstopp. Undantag till denna regel är utifall en kvalitetsövervakande komponent, såsom att metalldetektorerna går sönder. Ett sådant komponentfel kan tänkas låta produktionen fortsätta, men ger ett stort utslag i kvalitetsaspekten istället.

Detta innebär att de tyngst vägande aspekterna för konsekvensen av ett felsätt är hur länge felet påverkar tillgängligheten, och kostnaden felet tar att åtgärda. Detta på grund av att de är dessa två aspekter som ger störst variation mellan respektive komponent.

För komponenter som bara finns att köpa som begagnade på marknaden, bestämdes regeln att de automatiskt ger ett klass-5 utslag i konsekvensvariabeln för att extra uppmärksamma deras sällsynthet, samt ålder. Denna typ av konsekvens behöver efterutvärderas i framtiden med hänsyn till kompatibilitetsaspekten för att avgöra om fallet är så krisartat som det verkar.

5.7.3 Upptäckssannolikhet

Variabeln för upptäckssannolikheten fungerar som en kompletterande siffra för konsekvensen, framförallt för att väga in ett funktionsfel följdkonsekvenser. Variabeln sattes till att endast värderas i en 1-3 skala i sin klassificering. Detta valdes baserat på variabelns relevans till de två andra variablerna, konsekvensen och sannolikheten. De flesta elkomponenterna gav ett lågt utslag på upptäckssannolikheten, då de flesta funktionsfelen i komponenterna leder till direkt produktionsstopp i respektive delsystem och därför är direkt överblickbart för operatörerna.

6. SLUTSATS

6.1 Största riskerna ur en driftsäkerhetssynpunkt

Prioriteringslistorna togs fram från resultatet av RPN-uträkning av de signifikanta komponenterna. Listan indikerar vart riskerna är som störst, ur en driftsäkerhetssynpunkt. Den är också intressant i underhållsarbetet för att veta var en åtgärd behövs som mest, på de betraktade produktionslinjerna. Listorna är presenterade i appendix D.

RPN är ett relativt tal som väger de betraktade komponenterna mot varandra. Gränsvärdena inom RPN-faktorerna kan därför behöva ses över i framtiden, i takt med att driftsäkerheten förbättras.

6.2 Anpassning av RCM

RCM och arbetets anpassning av RCM utmynnade till ett resultat i enlighet med beställarens önskemål, vilket var grundsytet med arbetet. Resultatet består av en jämförande prioriteringslista som uppmärksammar var de största riskerna befinner sig, och därmed uppmärksammar var behovet för förbättringar är som störst. Under arbetet gjordes rad strategiska avgränsningar, för att uppnå företagets önskemål och samtidigt hålla en hög kvalitet på analysen.

Beskrivning och analys av steg 1-5 i RCM utfördes med en förenklad form, med ett filter, något som kallas för en Streamlined RCM. Denna kan medföra vissa risker, i synnerhet om man använt sig av generiska analyser som absolut fakta, vilket inte behövdes i detta fall. Enbart säker information användes, som på ett jämförande vis kunde identifiera höga risker såväl som låga, i beräkningsformeln.

En mer problematisk faktor att integrera i arbetsgången var komponenters Kompatibilitet, som kan förändra konsekvensens allvarlighetsgrad mycket. Detta är något som underhållsavdelningen är medvetna om, som har kunskap om kompatibilitet, och uppmanas att granska tillförlitlighetsfaktorn i utvärderingen retroaktivt.

Med dessa argument så är författarna nöjda med valet av RCM som ingenjörsmetod för det delsystem som det tillämpades på, och ser också möjligheter att fortsätta arbetet i framtiden.

6.3 Mätvärden

Avgränsningarna ledde till att produktionssäkerheten skulle prioriteras i detta arbete, d.v.s. tillgänglighet och produktionseffektivitet. Med de avgränsningarna och de data som samlats in så gick det tydligt att värdera effekterna i de olika klassificeringarna.

6.4 Rekommendationer

För framtiden rekommenderas en fortsatt kartläggning av anläggningens utrustning. Detta skulle kräva framtagningen av ett tydligt ramverk, för kartläggning av samtlig utrustning i drift och i lager. Extra vikt ligger vid att ramverket upprätthåller regler för kontinuerlig uppdatering av anläggningsregistret så att registret inte blir utdaterat. Ett fullständigt anläggningsregister skulle inte bara hjälpa i framtida underhålls samt förbättringsprojekt, utan skulle även förbättra

den allmänna insikten om hur produktionslinjerna fungerar, och därmed vilken kompetens som krävs för att styra anläggningen.

Med direkt koppling till examensarbetet så rekommenderas ett fortsatt arbete med steg sex och sju i RCM, för att avgöra vilka underhållsstrategier som är bäst lämpade för de identifierade komponenterna. Ett fortsatt arbete med de mekaniska komponenterna på de kartlagda linjerna skulle möjliggöra att en helhetsbild fås fram, för var förbättringar på de betraktade produktionslinjerna gör störst nytta.

Utvecklingen av ett prognostiseringssystem (beskrivet i avsnitt 2.6) hade möjliggjort en pålitligare bedömning av sannolikheten. Ett sådant system hade också kunnat utnyttjas genom större delar av RCM processen för att bättre förutspå fel, och övervaka komponenters tillstånd.

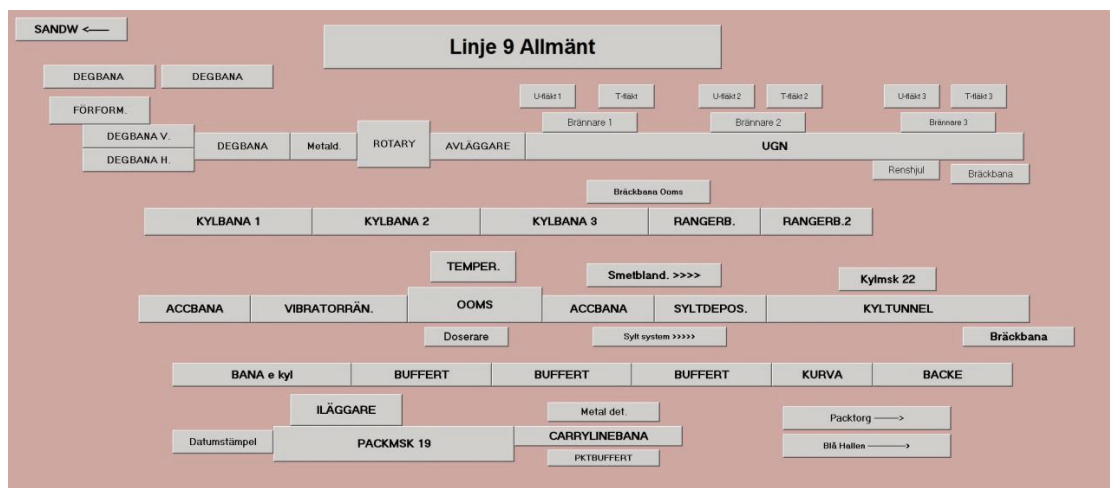
LITTERATURFÖRTECKNING

- Al-Turki, U. M., Ayar, T., Sami Yilbas, B., & Ziyaettin Sabin, A. (2014). *Integrated maintenance planning in manufacturing systems*. London, New York: Springer.
- Anderson, R. T., & Neri, L. (1990). *Reliability-centered maintenance: management and engineering methods*. London: Elsevier Applied Science.
- Atkinson, J. (den 10 Maj 2012). *Engineer Who Opposed Challenger Launch Offers Personal Look at Tragedy*. Hämtat från National Aeronautics and Space Administration: http://www.nasa.gov/centers/langley/news/researchernews/rn_Colloquium1012.html
- Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London, New York: Springer.
- Ericson, C. A. (2005). *Hazard Analysis Types and Techniques*. Fredericksburg: John Wiley & Sons.
- Hinchcliffe, G., & Smith, A. (2004). *RCM: Gateway to World Class Maintenance*. Burlington: Butterworth-Heinemann.
- HSE. (den 5 Mars 2015). *ALARP "at a glance"*. Hämtat från Health and Safety Executive: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarplance.htm>
- Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B., & Kao, H.-a. (2013). Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. *Manufacturing Letters*, 38-41.
- Moubray, J. (1997). *RCM 2*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- MT. (den 1 1 2001). *Is Streamlined RCM Worth the Risk?* Hämtat från Maintenance Technology: <http://www.maintenancetechnology.com/2001/01/is-streamlined-rcm-worth-the-risk/> den 2 6 2015
- SKF. (den 1 12 2008). *SKF RCM*. Hämtat från SKF: <http://www.skf.com/group/industry-solutions/metals/Services/SKF-RCM.html> den 2 6 2015
- Sun, B., Zeng, S., Kang, R., & Pecht, M. G. (den 29 Maj 2012). Benefits and Challenges of System Prognostics. *Reliability, IEEE Transactions*, 61(2), ss. 323-335. doi:10.1109/TR.2012.2194173
- Vinnem, J. E. (2007). *Offshore Risk Assessment*. London: Springer.

BILAGA A

Bilaga A innehåller kartor över definierade delsystem för produktionslinje 9 och 26. Linjekarta 10 finns i resultatstycket.

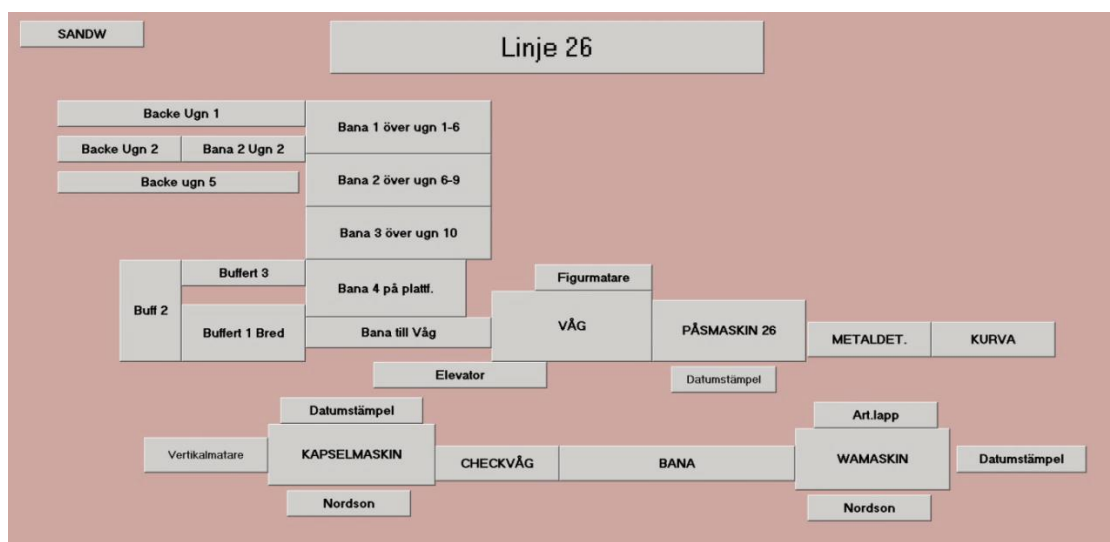
Linjekarta 9



Figur A. 1 – Karta över delsystem i produktionslinje 9.

Figur A.1 beskriver delsystem definierade i linje 9, också känd som *singoalla linjen*. Kakdeg tas in och formas vid *degbana V./degbana B.* och bearbetas succesivt fram till *packmsk19*, där kakorna förseglas i förpackningar.

Linjekarta 26



Figur A. 2 – Karta över delsystem i produktionslinje 26.

Figur A.2 beskriver delsystem definierade i linje 26, en packningslinje till en mängd av tillverkade produkter från andra produktionslinjer i fabriken. Kex och kakor kommer in vid *buffertbana*, vägs och kapslas in till säljförpackningar i *våg-kapselmaskin*. I *wamaskin* placeras säljförpackningar i kartonger som skickas vidare till transport.

BILAGA B

Bilaga B består av kolumn A-F, från excel-dokument för samtliga identifierade komponenter på linje 9, 10 och 26.

Komponentlista linje 9, A-F

I figur B.1 är del 1 av identifierade komponenter på produktionslinje 9, med tillhörande delsystem, benämning av komponent, fabrikat, installationsår, definierad funktion samt definierat funktionsfel för respektive komponent.

Datum FMEA: 2015-06-05		Systemets funktion: Producenter Singoalla, mn		Prestanda: Produktionstakt		Prioritet på linjen: 1	
Del av linjen som komponenten är monterad på	Komponent	Fabrikat	Instal lato nsår	Funktion	Funktionsfel		
Rotary moulder	S7-300, cpu314 314-1af10-0ab0	Siemens	2013	Styrning operation för metallbortrensning	Ingen styrning av metallbortrensning möjlig.		
Rotary moulder	Digital input 321-1bh02-0aa0 2st	Siemens	2013	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC		
Rotary moulder	Digital output 322-1bh01-0aa0 2st	Siemens	2013	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC		
Rotary moulder	Laser light M12 4 pins 2st	Essen	2015	Avståndsmätare för kakdeg	Kommunicerar inte avstånd till PLC		
Rotary moulder	Safeline metalldetektor 50H	Safeline	1996	Metalldetektor för material	Triggar inte tömning vid metallinnehåll		
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 5011 VLT5011PT5C20ST	Danfoss	1996	Styrning av transportband kring Rotary Mould	Ingen styrning av transportband möjlig		
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 5004 2st VLT5004PT5C20	Danfoss	1996	Styrning av transportband kring Rotary Mould	Ingen styrning av transportband möjlig		
Rotary moulder	2132i	Eurotherm	1996	Visar: Rotaryvals rader/min	Visar inte rader/min		
Rotary moulder	2132i	Eurotherm	1996	Visar: Gummirulle dm/min	Visar inte dm/min		
Rotary moulder	2132i	Eurotherm	1996	Visar: Avläggarmatta dm/min	Visar inte dm/min		
Rotary moulder	cm 175-ps-230ac/240dcu/10	Phoenix contact	1996	Power supply	Förser ingen ström		
Ugn	PLC, S5 95U 6es5-095-8ma03	Siemens	1996	Styrning operation för rengöring i ugn	Ingen styrning av rengöringsoperation möjlig.		
Ugn vid end feed	Firefly Op.panel	Firefly ab	2009	Säkerhetsutrustning för ungsdörrar? Fail-safe	Op.panel kan inte säkra ungsdörrarna		
Ugn	Frekvensomformare VLT 2855 VLT2855PT4B20ST	Danfoss	2010	Styrning av transportband kring Ugn	Ingen styrning av transportband möjlig		
Ugn	Op.Panel	Micra	1997	Operatörs styrning av ...	Op.panel kan inte styra ...		
Ugn maxon brännare 1-3	Transformator 4AM5242-8DD40-0FA0 (x3skåp)	Siemens	1999	Förser ström	Ingen strömförsörjning		
Ugn maxon brännare 1-3	Temperaturvakt TB/TW REF. 701160 (x3skåp)	Jumo	2009	Reglerar temperatur för Ugn	Reglerar inte temperatur för Ugn		
Ugn maxon brännare 1-3	Temperaturvakt dTRON 308 (x3skåp)	Jumo	2009	styr/visar temperatur för Ugn	Styr/visar inte temperatur för ugn		
Ugn maxon brännare 1-3	Honeywell basplatta, kontrollpanel, förstärkare,	Honeywell	2009	Eldningsautomat/Burner controll			
Ugn maxon brännare 1-3	Basplatta Q7800A1005 (x3skåp)	Honeywell	2009	Basplatta och nätanslutning åt modul			
Ugn maxon brännare 1-3	Kontrollpanel EC7850 A1072 (x3skåp)	Honeywell	2009	Eldningsautomat/Burner controll			
Ugn maxon brännare 1-3	Förstärkare R787B1023 (x3skåp)	Honeywell	2009	Reglerar flamma, förstärkare			
Ugn maxon brännare 1-3	Timer ST7800A1039 (x3skåp)	Honeywell	2009	Plug-in-purge timer			
Ugn maxon brännare 1-3	Tangentbord och display S7800A1001 (x3skåp)	Honeywell	2009	Operatörstyrning			
Ugn maxon brännare 1-3	Kontakt five-wire (x3skåp)	Honeywell	2009	Anslutning till Honeywell			
Ugn maxon brännare 2 & 3	Temperaturvakt dTRON 316 type K Ref. 901221 (x3skåp)	Jumo	2009	styr/visar temperatur för Ugn			
Ugn maxon brännare 2 & 3	H3DE-M2 24-230VAC/DC (x2skåp)	Omron	1997	Fördrojnings timer förbränningsluft	Kommunicerar inte fördrojnings tid		
Vibratorännor 5a.	PLC, S5 115U 942B 942-7ub11	Siemens	1995	Styrning operation matningshastigheten?	Ingen styrning av matningshastigheten möjlig.		
Vibratorännor 5a.	Nätaggregat s5 P5 3A 951-7ib21	Siemens	1995	Strömförsörjer PLC	Förser inte PLC med ström		
Vibratorännor 5a.	Modul expansion för Lauer Op.panel 306-71a11	Siemens	1995	I/O för Lauer Op.panel	Modul kommunicerar inte		
Vibratorännor 5a.	Analog output 470-7ib12 4st	Siemens	1995	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC		
Vibratorännor 5a.	Digital input 430-71a12 2st	Siemens	1995	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC		
Vibratorännor 5a.	Digital output 441-71a11 2st	Siemens	1995	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC		
Vibratorännor 5a.	subrack 701-01a11	Siemens	1995	Ansluter expansionsmoduler till PLC	Ansluter inte expansionsmoduler		
Vibratorännor 5a.	subrack 700-21a1?	Siemens	1995	Ansluter expansionsmoduler till PLC	Ansluter inte expansionsmoduler		
Vibratorännor 5a.	Operatörspanel, PCS 095	Lauer	1995	Inställningar av OP matningshastigheten	Op.panel kan inte styra matningshastigheten		
Vibratorännor 5a.	CV5 Type 3000 (27st)	??	2013	Manuell inställning av matningshastigheten	Ingen styrning möjlig		
Syltdepositt Skåp mot packning	S7-200 cpu 224 214-1bd22-0xb0	Siemens	2013	Styr sylttemperatur och temp av mantelvatte	Ingen styrning av temperaturer möjlig.		
Syltdepositt Skåp mot packning	Digital output 222-1hf22-0xa0	Siemens	2013	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC		
Syltdepositt Skåp mot packning	Frekvensomformare VLT 2815 195N1039 932229G	Danfoss	2013	Styrning av kring syltdepositt	Ingen styrning av transportband möjlig		
Syltdepositt Skåp mot packning	dtron 08.1	Jumo	2003	styr/visar temperatur för mantelvatte	Styr/visar inte temperatur för mantelvatte		
Syltdepositt Skåp mot packning	dtron 08.1	Jumo	2003	styr/visar temperatur för sylt	Styr/visar inte temperatur för sylt		

Figur B. 1 – Del 1 av komponentlista för linje 9, kolumn A-F.

I figur B.2 är del 2 av identifierade komponenter på produktionslinje 9, med tillhörande delsystem, benämning av komponent, fabrikat, installationsår, definierad funktion samt definierat funktionsfel för respektive komponent.

Syltdeposit Skåp mot packning	dtron 08.1	Jumo	2003	styr/visar temperatur för sylt	Styr/visar inte temperatur för sylt
Syltdeposit Skåp mot packning	Quint power	Pheonix contact	2013	Likriktare	Omvandlar inte ström
Syltdeposit Lärmpelaren	Op.panel pp826	ABB	2013	Operatörs styrning av smetmaskinen huvuds	Op.panel kan inte styra smetmaskinen
Syltdeposit synkroniserare	SI-02	meinke	2013	Visar rader i minuten	Visar inte rader/min
Syltdeposit synkroniserare	Op.panel	PR	2013	Visar deponiter nivå mm	Visar inte "nivå mm" för deponiter
Syltdeposit synkroniserare	Op.panel	PR	2013	Visar deponiter följer med mm	Visar inte "följer med mm" för deponiter
Syltdeposit synkroniserare	Op.panel GEL 7800	Lenord+Bauer	2013	Visar sekundintervall synk	Visar inte sekundintervall
Syltdeposit synkroniserare	E5CN	Omron	1997	Visar temp vänster	Visar inte temperatur
Syltdeposit synkroniserare	E5CN	Omron	1997	Visar temp höger	Visar inte temperatur
Syltdeposit Tempererare	dTRON 304	Jumo	2013	styr/visar temperatur av Zon 2	Styr/visar inte temperatur för Zon2
Syltdeposit Tempererare	dTRON 04.1	Jumo	2003	styr/visar temperatur av Zon 3	Styr/visar inte temperatur för Zon3
Syltdeposit Tempererare	dTRON 04.1	Jumo	2003	styr/visar temperatur av Zon 4	Styr/visar inte temperatur för Zon4
Syltdeposit Tempererare	dTRON 04.1	Jumo	2003	styr/visar temperatur av Zon 5	Styr/visar inte temperatur för Zon5
Syltdeposit 1a.	Servoförstärkare modul DSMRA 84 v57	Infranor servo	1997	Strömförsörjning till servo	Förser ingen ström
Syltdeposit 2a.	S5 100U, cpu 102 102-8ma02	Siemens	1994	Styrning operation syltdeposit	Ingen styrning av syltdeponiter möjlig.
Syltdeposit 2a.	Analog output 421-8ma12 6st	Siemens	1994	Skicka utsignaler från PLC	Skickar inga utsignaler från PLC
Syltdeposit 2a.	Digital output 441-8ma11 6st	Siemens	1994	Skicka utsignaler från PLC	Skickar inga utsignaler från PLC
Syltdeposit 2a.	1540 Motion controller 90-240	Galil	1997	Läser av axlars positioner	Läser/kommunicerar inte axlars positioner
Syltdeposit 2a.	Säkerhetsrelä 3TK28	Siemens	1994	Slår av ström vid nödfall vid syltdeposit	Skyddade funktioner saknar ström
Syltdeposit 2a.	Interface dmc1000/1500	Galil	1994		
Syltdeposit 2a.	Säkerhetsrelä 3TF46	Siemens	1994	Slår av ström vid nödfall vid syltdeposit	Skyddade funktioner saknar ström
Syltdeposit 2a.	transformator 4am4641-Sat10-0c	Siemens	1994	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Syltdeposit 2a.	Brytare 3vf1231-1dd11-0aa0	Siemens	1994	Motorskydds brytare	Bryter inte ström. Fail-safe
Syltdeposit 3a statt controller	PLC AC800M	ABB	2008	Styr operationer vid Syltdeposit	Ingen styrning möjlig.
Syltdeposit 3a statt controller	Nättaggregat SDB31	ABB	2008	Förser AC800M med ström	Förser inte PLC med ström
Syltdeposit 3a statt controller	PIOS35 Evolution	ABB	2008	Omskrivning SATT I/O till AC800M	Omskriver inte
Syltdeposit 4e.	Frekvensomformare VLT 281A 195N1025 020915G	Danfoss	1998	Styrning av FR 21 Singoalla	Ingen styrning av FR 21 Singoalla möjlig
Syltdeposit 4a.	PLC 200-ACN	ABB	2008	Styr crispdoserering och omrörare	Ingen styrning möjlig.
Syltdeposit 4a.	200-IB16	ABB	2008	Insignal till PLC 200-ACN	Tar inte emot insignaler till PLC
Syltdeposit 4a.	200-OB16	ABB	2008	Utsignal från PLC 200-ACN	Skickar inga utsignaler från PLC
Syltdeposit 6a.	Säkerhetsrelä 3TK2804	Siemens	1994	Slår av ström vid nödfall vid syltdeposit	Skyddade funktioner saknar ström
Kyltunnel	Temperaturvakt dTRON 308	Jumo	1997	styr/visar temperatur av kyltunnel	Styr/visar inte temperatur för kyltunnel
Kyltunnel	Säkerhetsrelä	Siemens	1997	Slår av ström vid nödfall vid kyltunnel	Skyddade funktioner saknar ström
Iläggare/tele-matic/SIG	PLC, S5 115U, cpu 942B 942-7ub11	Siemens	1994	Styrning operation iläggaroperationer	Ingen styrning av iläggaroperationer möjlig.
Iläggare	Nättaggregat ps 3a 951-7lb21	Siemens	1994	Strömförsörjer PLC	Förser inte PLC med ström
Iläggare	Digital input 6ES5 430-7LA12 2st	Siemens	1994	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Iläggare	Digital input 6ES5 430-7LA11 3st	Siemens	1994	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Iläggare	Op.panel discharge units X5	---	1994	Släppa fram produkter vid början av matning	Op.panel kan inte styra matning
Iläggare	Op.panel X15	---	1994	Measure devices, Slug-length	Op.panel kan inte styra slug-length
Iläggare	Operatörspanel, PCS 095 topline mini	Lauer	1994	Huvudstyrning	Styr ej vid iläggare
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2803 195N0003 458329G	Danfoss	2010	Styrning av scraper bufferside	Ingen styrning av scraper bufferside möjlig
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 072429G	Danfoss	2010	Styrning kring iläggare	Ingen styrning kring iläggare möjlig
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 040727G	Danfoss	2010	Styrning kring iläggare	Ingen styrning kring iläggare möjlig
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2807 195N0027 371129G	Danfoss	2010	Styrning av accumulator conveyor 2a	Ingen styrning av accumulator conveyor 2a möjlig
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2810 195H0110 151711G	Danfoss	2010	Styrning av scraper supply side	Ingen styrning av scraper supply side möjlig
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2810 195H0110 153011G	Danfoss	2010	Styrning av buffer/refeed conveyor 4	Ingen styrning av buffer/refeed conveyor 4 möjlig
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2810 195H0110 153711G	Danfoss	2010	Styrning av accumulation conveyor 5	Ingen styrning av accumulation conveyor 5 möjlig
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2810 195H0110 152311G	Danfoss	2010	Styrning av bufferconveyor 7	Ingen styrning av bufferconveyor möjlig
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2020 195H0120 134411G	Danfoss	1994	Styrning av roundbelt 6	Ingen styrning av scraper bufferside möjlig
Iläggare	Frekvensomformare VLT 2020 195H0120 174311G	Danfoss	1994	Styrning av supply conveyor 2	Ingen styrning av scraper bufferside möjlig
Iläggare	Säkerhetsrelä 17753	Pilz	1998	Slår av ström vid nödfall vid iläggare	Skyddade funktioner saknar ström
Iläggare	transformator rdkr16	michael reidel	1994	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Packmaskin	Safeline metalldetektor V4-RAD	Safeline		Metalldetektor för material	Triggar inte tömning vid metallinnehåll
Packmaskin	Multitidsrelä CRM-92H-P E-nr 40 820 95	proswede-elab	1994	Timer till lås	Kommunicerar ingen tid till lås
Packmaskin	Operatörspanel Smart date	Markem	1998	Op.panel vid packmaskin	kan inte styra vid iläggare

Figur B. 2 – Del 2 av komponentlista för linje 9, kolumn A-F.

Komponentlista linje 10, A-F.

I figur B.3 är del 1 av identifierade komponenter på produktionslinje 10, med tillhörande delsystem, benämning av komponent, fabrikat, installationsår, definierad funktion samt definierat funktionsfel för respektive komponent.

Datum FMEA:	Systemets funktion: Producenter Ballerina -org, -choko, -kladdkaka, -pparkaka, Dots, Dop, -jallerina -mint, -yffe, -marängsviss.				
2015-06-05	Prestanda: Produktionstakt Prioritet på linjen: 1				
Del av linjen som komponenten är monterad på	Komponent	Fabrikat	Installationsår	Funktion	Funktionsfel
Rotary moulder	55 95U 6e5-095-8mc01	Siemens	1996	Styrning operationer kring rotary moulder	Ingen styrning av rotary moulder möjlig
Rotary moulder	Gränssnittsmodul 6e5 315-8ma11	Siemens	1996	Ansluter PLC med expansionshylla	Ansluter inte PLC till expansionshylla
Rotary moulder	Bus modul 6e5 700-8ma11	Siemens	1996	ansluter två st I/O till PLC	Ansluter inte I/O till PLC
Rotary moulder	Analog input 6e5-464-8me11 2st	Siemens	1996	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Rotary moulder	Analog output 6e5 470-8mc12 5st	Siemens	1996	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
Rotary moulder	Digital input 6e5 431-8ma11 3st	Siemens	1996	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Rotary moulder	Digital input 6e5 431-8mc11	Siemens	1996	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Rotary moulder	Digital output 6e5 450-8md11	Siemens	1996	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
Rotary moulder	Relay output 452-8m11	Siemens	1996	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
Rotary moulder	Säkerhetsrelä 3TK2804	Siemens	1996	Slår av ström vid nödfall	Skyddade funktioner saknar ström
Rotary moulder	Safeline metalldetektor okänd modell	Safeline		Metalldetektor för material	Triggas inte tömning vid metallinnehåll
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 2811 VLT2811PT4B20STR1DBF00A00C0	Danfoss	2010	styr hastighet avläggarduk	Ingen styrning av avläggarduk möjlig
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 2855 VLT2855PT4B20STR1DBF00A00C0	Danfoss	2010	styr hastighet ugnsbånd	Ingen styrning av ugnsbånd möjlig
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 3008 175H7268 042005G034	Danfoss	1996	styr hastighet tryckulle mottrycksvals	Ingen styrning av tryckulle möjlig
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 3003 175H7242 619813G336	Danfoss	1996	styr hastighet präglingsmatta rotarymatta	Ingen styrning av rotarymatta möjlig
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 3002 175H7238 245012G335	Danfoss	1996	styr hastighet degmatning manöversida	Ingen styrning av degmatning manöversidan möjlig
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 3002 175H7238 861613G296	Danfoss	1996	styr hastighet degmatning älvsidan	Ingen styrning av degmatning älvsidan möjlig
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 3004 175H7246 430213G286	Danfoss	1996	styr hastighet rivare manöversida	Ingen styrning av rivare manöversidan möjlig
Rotary moulder	Frekvensomformare VLT 3004 175H7246 035111G125	Danfoss	1996	styr hastighet rivare älvsidan	Ingen styrning av rivare älvsidan möjlig
Rotary moulder	Op. panel 6AV3 525-1EA01-0AX0 COROS OP-25 Panel	Siemens	1996	styr/visar hastighet vid rotary moulder mot ugn	Op. panel kan ej visa/styra hastighet
Ugn 96	PLC 55 95U 095-8ma03	Siemens	1996	Styrning operationer för rensning ugn	Ingen styrning för rensning ugn möjlig
Ugn	Temperaturkontroll C9421	Eurotherm	2005	styr/visar temperatur Ugn	Op. panel kan ej visa/styra temperatur
Ugn	Temperaturkontroll 92 (4st skåp)	Eurotherm	2005	styr/visar temperatur Ugn	Op. panel kan ej visa/styra temperatur
Ugn	Temperaturkontroll 3504 std (4st skåp)	Eurotherm	2005	styr/visar temperatur burner rate Ugn	Op. panel kan ej visa/styra temperatur
Ugn	Temperaturkontroll idp-3/e (4st skåp)	Newport	2005	styr/visar temp 15, 2	Op. panel kan ej visa/styra temperatur
Ugn	Op. panel (x2 skåp)	Orbit Merret	1996	styr/visar kanaltemperaturer	Op. panel kan ej visa/styra temperatur
Ugn	Op. panel (x2 skåp) my1900/12	Terwin	1996	styr/visar kanaltemperaturer	Op. panel kan ej visa/styra temperatur
Ugn	Temperaturkontroll dTRON 304 2st	Jumo	2005	styr/visar temp av fettsparg	Op. panel kan ej visa/styra temperatur
Ugn	Temperaturkontroll dtron 316 4st	Jumo	2005	styr/visar temperatur skorsten	Op. panel kan ej visa/styra temperatur
Ugn	Op. panel firefly III	firefly ab	2005	Säkerhetsutrustning för ugnsdörrar?	Op. panel kan ej säkra ugnsdörrar
Kurva 2	Frekvensomformare VLT 2020 195H3301 329008G356	Danfoss	1998	styr hastighet av transportband runt kurva 2	Ingen styrning av transportband möjlig
Kurva 2	Frekvensomformare VLT 2050 195H3309 013309G376	Danfoss	1998	styr hastighet av transportband runt kurva 2	Ingen styrning av transportband möjlig
Kurva 2	Frekvensomformare VLT 2020 195H3301 093809G436	Danfoss	1998	styr hastighet av transportband runt kurva 2	Ingen styrning av transportband möjlig
Kurva 2	Frekvensomformare VLT 2020 195H3301 317108G346	Danfoss	1998	styr hastighet av transportband runt kurva 2	Ingen styrning av transportband möjlig
Kurva 2	Frekvensomformare VLT 3006 195N1087 016611G221	Danfoss	1998	styr hastighet av transportband runt kurva 2	Ingen styrning av transportband möjlig
Kurva 2	Säkerhetsrelä 3TK2804	Siemens	1996	Slår av ström vid nödfall vid kurva 2	Skyddade funktioner saknar ström
Kurva 2	Säkerhetsrelä 3TK2803	Siemens	1996	Slår av ström vid nödfall vid kurva 2	Skyddade funktioner saknar ström
Vibratorrännor	55 100U cpu 931 931-8md11	Siemens	1996	Styrning operationer vid vibratorrännor	Ingen styrning av vibratorrännor möjlig
Vibratorrännor	57 ET200M 153-1aa03-0xb0	Siemens	2013	Styrning operationer vid vibratorrännor	Ingen styrning av vibratorrännor möjlig
Vibratorrännor	57 332-1fh10-0aa0	Siemens	2013		
Vibratorrännor	Subrack/mottagesskena 390-1ae80-0aa0	Siemens	2013	Ansluter expansionsmoduler till PLC	Ansluter inte expansionsmoduler
Vibratorrännor	6 moduler okända	Siemens	2013		
Vibratorrännor	cm 175-ps-230ac/240dcu/10	Phoenix contact	1996	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Vibratorrännor	secondary w0.83333	??	1996		
Vibratorrännor	Säkerhetsrelä 3TK2804	Siemens	1996	Slår av ström vid nödfall vid vibratorrännor	Skyddade funktioner saknar ström
Vibratorrännor	Säkerhetsrelä 3TK2803	Siemens	1996	Slår av ström vid nödfall vid vibratorrännor	Skyddade funktioner saknar ström
Vibratorrännor	Frekvensomformare VLT 2015 195H3103 132108G316	Danfoss	1996	styr hastighet av vibratorrännor	Ingen styrning kring vibratorrännor möjlig
Vibratorrännor	Frekvensomformare VLT 2030 195H3305 137308G246	Danfoss	1996	styr hastighet av vibratorrännor	Ingen styrning kring vibratorrännor möjlig
Vibratorrännor	Frekvensomformare VLT 2030 195H3305 159608G276	Danfoss	1996	styr hastighet av vibratorrännor	Ingen styrning kring vibratorrännor möjlig
Smetmaskin	Op. panel touch	Siemens	2012	Styrning av hastighet vid smet	Op. panel kan ej visa/styra hastighet
Smetmaskin	Frekvensomformare VLT 2020 329108G356	Danfoss	1996	styr hastighet pump 1	Ingen styrning av pump1 möjlig
Smetmaskin	Frekvensomformare VLT 2020 328908G356	Danfoss	1996	styr hastighet pump 2	Ingen styrning av pump2 möjlig
Smetmaskin	Frekvensomformare VLT 2020 328608G356	Danfoss	1996	styr hastighet pump 3	Ingen styrning av pump3 möjlig
Smetmaskin	Frekvensomformare VLT 2020 328808G356	Danfoss	1996	styr hastighet pump 4	Ingen styrning av pump4 möjlig
Smetmaskin	Frekvensomformare VLT 5011 VLT5011PT5B20STR1DLF00A00C0	Danfoss	1996	styr hastighet omrörare	Ingen styrning av omrörare möjlig
Smetmaskin	Frekvensomformare VLT 2030 195H3305 200109G127	Danfoss	1996	styr hastighet band mellan smetmaskin/kyltunnel	Ingen styrning av smetmaskin/kyltunnel möjlig
Smetmaskin	Frekvensomformare VLT 2050 195H3309 034608G186	Danfoss	1996	styr hastighet multipler smetmaskin	Ingen styrning av multipler möjlig
Smetmaskin	Frekvensomformare VLT 2855 VLT2855PT4B20STR1DBF00A00C0	Danfoss	2010	styr hastighet kyltunnel	Ingen styrning av kyltunnel möjlig
Smetmaskin	57-300 cpu315 315-2eh14-0aa0	Siemens	2013	Styrning operationer vid smetmaskin	Ingen styrning av smetmaskin möjlig
Smetmaskin	Monteringskena 6e57 390-1ae80-0aa0 2st	Siemens	2013	Ansluter expansionsmoduler till PLC	Ansluter inte expansionsmoduler
Smetmaskin	IM 365 5FND 365-0ba01-0aa0 2st	Siemens	2013	Ansluter PLC med expansionshylla	Ansluter inte PLC till expansionshylla
Smetmaskin	Digital modul 323-1b100-0aa0	Siemens	2013	?	?
Smetmaskin	Counter module 350-1ah03-0ae0	Siemens	2013	Räknar inkommande pulser	Kommunicerar inte räknade pulser
Smetmaskin	Analog output 332-5hb01-0aa0 5st	Siemens	2013	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
Smetmaskin	Digital input 321-1fh00-0aa0 3st	Siemens	2013	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Smetmaskin	Digital output 322-1fh00-0aa0 3st	Siemens	2013	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
Smetmaskin	Digital output 322-1fh01-0aa0 2st	Siemens	2013	Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
Smetmaskin	Ethernet switch scalance x005 005-0ba00-1aa3	Siemens	2013	Överför data i ett nätverk	Överför inte data
Smetmaskin	cm 125-ps-120-230ac/240dc/5	Phoenix contact	1996	Förser ström	Ingen strömförsörjning

Figur B. 3 – Del 1 av komponentlista för linje 10, kolumn A-F.

I figur B.4 är del 2 av identifierade komponenter på produktionslinje 10, med tillhörande delsystem, benämning av komponent, fabrikat, installationsår, definierad funktion samt definierat funktionsfel för respektive komponent.

Smetmaskin	7st. Säkerhetsrelä 3TK2804	Siemens	1996	Slår av ström vid nödfall vid smetmaskin	Skyddade funktioner saknar ström
Smetmaskin	Transformator 4am5941-8be40-0C 2st	Siemens	1996	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Smetmaskin	Styrsystem för mondomix smetmaskin?	HAAS			
Smetmaskin mondomix	S7 ET200S interface modul med cpu 6ES7-151-8A01-0A80	Siemens	2013	Styrning operationer smetmaskin, integrerad med	Ingen styrning av smetmaskin möjlig
Smetmaskin mondomix	S C-D7w55966 ethernet	Siemens	2013		
Smetmaskin mondomix	S7 6ES7-158-3AD01-0XA0 interface connection	Siemens	2013	Strömförsörjer och ansluter profinet nätverk	Strömförsörjer/ansluter inte profinet nätverk
Smetmaskin mondomix	scalance xf204 6gk5 204-0ba00-2af2	Siemens	2013	Ansluter 4st RJ-45portar	Ansluter inte portar
Smetmaskin mondomix	S7 Power supply module PM-E 24Vdc 6es7-138-4ac01-0aa0	Siemens	2013	Strömförsörjer PLC	Förser inte PLC med ström
Smetmaskin mondomix	Digital input 131-4hb01-0aa0 6st	Siemens	2013	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Smetmaskin mondomix	Digital output 132-4hb01-0aa0 5st	Siemens	2013	Skicka utsignaler från PLC	Skickar inga utsignaler från PLC
Smetmaskin mondomix	Säkerhetsrelä PNOZ mp1p 773100	Pilz	2013	Slår av ström vid nödfall vid smetmaskin	Skyddade funktioner saknar ström
Smetmaskin mondomix	Sirius contactor 3rt1036-1b	Siemens	2013	Kontaktor för servomotor	Fel bytning för ström av servomotor
Smetmaskin mondomix	Säkerhetsrelä SITOP PSU200M 6ep1334-3ba00	Siemens	2013	Slår av ström vid nödfall vid smetmaskin	Skyddade funktioner saknar ström
Smetmaskin mondomix	Frekvensomformare VLT FC302 131B0032 258222G204	Danfoss	2013	styr mixinghead 04	Ingen styrning av mixinghead 04 möjlig
Smetmaskin mondomix	Frekvensomformare VLT FC302 131B0032 258322G204	Danfoss	2013	styr mixinghead 05	Ingen styrning av mixinghead 05 möjlig
Smetmaskin mondomix	Frekvensomformare VLT FC301 131B0889 067017G333	Danfoss	2013	styr mainpump 1	Ingen styrning av mainpump 1 möjlig
Smetmaskin mondomix	Frekvensomformare VLT FC301 131B0889 067117G333	Danfoss	2013	styr mainpump 2	Ingen styrning av mainpump 2 möjlig
Smetmaskin mondomix	Säkerhetsrelä PNOZ multi m1p	Pilz	2013	Slår av ström vid nödfall vid smetmaskin	Skyddade funktioner saknar ström
Smetmaskin mondomix	Op.panel MP277 10 touch 6AV6 643-0CD01-1AX1	Siemens	2013	visar/styr luftmaskin	Op.panel kan ej visa/styra luftmaskin
Smetmaskin mondomix	Op.panel Simatic touch 5.7 KTP 600	Siemens	2013	Op. Panel till main floor	Op.panel kan ej visa/styra smetmaskin
Temp.1	PLC et.200m 153-1aa03-0xb0	Siemens	2013	Styrning operationer vid Temp.1	Ingen styrning av Temp.1 möjlig
Temp.1	Digital input 321-1bh02-0aa0	Siemens	2013	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Temp.1	Analog input 331-7nf00-0ab0	Siemens	2013	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Temp.1	Analog output 332-7nd02-0ab0	Siemens	2013	Skicka utsignaler från PLC	Skickar inga utsignaler från PLC
Temp.1	Oidentifierbar I/O-modul tillhörande PLC 200m Temp.1	Siemens	2013	Tar emot/skickar signaler	Tar inte emot/skickar inte signaler från/till PLC
Temp.1	trio-ps/1ac/240dc/2.5	Phoenix contact	2013	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Temp.1	5st Temperaturkontroll dTRON 304	Jumo	2013	styr/visar temperaturer zon 1-4 & värmeelement	styr/visar ej temperatur zon 1-4
Temp.2	PLC et.200m 153-1aa03-0xb0	Siemens	2013	Styrning operationer vid vibratorännor i Temp.2	Ingen styrning av Temp.2 möjlig
Temp.2	Digital input 321-1bh02-0aa0	Siemens	2013	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Temp.2	Analog input 331-7nf00-0ab0	Siemens	2013	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Temp.2	Analog output 332-7nd02-0ab0	Siemens	2013	Skicka utsignaler från PLC	Skickar inga utsignaler från PLC
Temp.2	Oidentifierbar I/O-modul tillhörande PLC 200m Temp.2	Siemens	2013	Tar emot/skickar signaler	Tar inte emot/skickar inte signaler från/till PLC
Temp.2	trio-ps/1ac/240dc/2.5	Phoenix contact	2013	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Temp.2	5st Temperaturkontroll dTRON 304	Jumo	2013	styr/visar temperaturer zon 1-4 & värmeelement	styr/visar ej temperatur zon 1-4
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 063915G482	Danfoss	2010	styr hastighet runout bana	Ingen styrning av runout bana möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 289329G190	Danfoss	2010	styr hastighet grand-o-matic 7.2A	Ingen styrning av grand-o-matic 7.2A möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 064215G482	Danfoss	2010	styr hastighet grand-o-matic 7.1A	Ingen styrning av grand-o-matic 7.1A möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 064815G482	Danfoss	2010	styr hastighet inmatningsmekanism motor 6.1A	Ingen styrning av motor 6.1A möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 064115G482	Danfoss	2010	styr hastighet inmatningsmekanism motor 6.1B	Ingen styrning av motor 6.1B möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 064615G482	Danfoss	2010	styr hastighet inmatningsmekanism motor 6.2A	Ingen styrning av motor 6.2A möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 064415G482	Danfoss	2010	styr hastighet inmatningsmekanism motor 6.2B	Ingen styrning av motor 6.2B möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 064915G482	Danfoss	2010	styr hastighet inclining/feeding bana motor 2	Ingen styrning av inclining/feeding motor 2 möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 406429G372	Danfoss	2010	styr hastighet matning och återhämtning motor 3	Ingen styrning av återhämtning motor 3 möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2805 195N0015 064715G482	Danfoss	2010	styr hastighet akumulator buffert bana motor 4	Ingen styrning av buffert bana motor 4 möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2803 195N0003 097129G067	Danfoss	2010	styr hastighet kurva	Ingen styrning kring kurva möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2807 195N0027 099215G482	Danfoss	2010	styr hastighet buffertbana motor 5	Ingen styrning av buffertbana motor 5 möjlig
Iläggare 20:1/20:2	Frekvensomformare VLT 2811 195N0039 027106G120	Danfoss	2010	styr hastighet kring iläggare	Ingen styrning kring iläggare möjlig
Iläggare 20:1/20:2	FL switch sfnb 8tx	Phoenix Contact	1996	Ethernet switch, dataöverföring	Ingen data överfors
Iläggare 20:1/20:2	Säkerhetsrelä PNOZ 24VDC	Pilz	1996	Slår av ström vid nödfall vid iläggare 20:1/20:2	Skyddade funktioner saknar ström
Iläggare 20:1/20:2	Transformator rdrkn 16	Michael Reidel	1996	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Packmaskin 20:1	S7-300 cpu315-2 315-2eh14-0ab0	Siemens	2012	Styrning operationer vid iläggare 20:1	Ingen styrning av iläggare 20:1 möjlig
Packmaskin 20:1	Analog output 332-5hf00-0ab0 2st	Siemens	2012	Skicka utsignaler från PLC	Skickar inga utsignaler från PLC
Packmaskin 20:1	Digital input 321-1bl00-0aa0 3st	Siemens	2012	Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Packmaskin 20:1	Digital output 322-1bl00-0aa0 3st	Siemens	2012	Skicka utsignaler från PLC	Skickar inga utsignaler från PLC
Packmaskin 20:1	Op. panel 6AV6 643-0CD01-1AX1	Siemens	2012	Styrning av iläggare	Op. panel kan ej visa/styra vid iläggare
Packmaskin 20:1	Op. panel Smart date	Markem	1996	Styr/visar process vid packmaskin 20:1	Op. panel kan ej visa/styra Packmaskin
Packmaskin 20:1	Safeline metalldetektor V4-REM	Safeline		Metalldetektor för material	Trigger inte tömning vid metallinnehåll
Packmaskin 20:2	S5 135/155U cpu 928-3ub12	Siemens	1996	Styrning operationer vid packmaskin 20:2	Ingen styrning
Packmaskin 20:2	Nätaggregat 955-3lc41	Siemens	1996	Strömförsörjer PLC	Förser inte PLC med ström
Packmaskin 20:2	Subbase 188-3ua12	Siemens	1996	Ansluter expansionsmoduler till PLC	Ansluter inte expansionsmoduler
Packmaskin 20:2	Säkerhetsrelä srb-na-st-24 2st	elan	1996	Slår av ström vid nödfall vid packmaskin 20:1/20:2	Skyddade funktioner saknar ström
Packmaskin 20:2	transformator 4am5795-0ak20-0c	Siemens	1996	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Packmaskin 20:2	transformator 4at3095-0af20-0c	Siemens	1996	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Packmaskin 20:2	Servoförstärkare Power infeed module SIMODRIVE 6sn1145-1aa01-0a	Siemens	1997	Effektinmatning	Ingen effektinmatning
Packmaskin 20:2	Servoförstärkare LT modul SIMODRIVE 6sn1123-1aa00-0ba0 2st	Siemens	1997	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Packmaskin 20:2	Säkerhetsrelä SITOP power 10 6ep1334-1s11	Siemens	1996	Slår av ström vid nödfall vid packmaskin 20:2	Skyddade funktioner saknar ström
Packmaskin 20:2	Op. panel SIG	Siemens	1996	styr/visar process vid iläggare 20:2	Op. panel kan ej visa/styra Packmaskin
Packmaskin 20:2	Op. panel smart date	Markem	1996	Styr/visar process vid packmaskin 20:2	Op. panel kan ej visa/styra Packmaskin
Packmaskin 20:2	Op. panel 6AV6 643-0CD01-1AX1	Siemens	2012	styr/visar process vid packmaskin 20:2	Op. panel kan ej visa/styra Packmaskin
Packmaskin 20:2	Frekvensomformare VLT 2030 195H0130 085014G075	Danfoss	1996	styr hastighet vid packmaskin 20:2	Ingen styrning av packmaskin 20:2 möjlig
Packmaskin 20:2	Transformator OFS-1200 art.nr 15007	Tramo-ETV	1996	Förser ström	Ingen strömförsörjning
Packmaskin 20:2	Frekvensomvandlare ALTVAR 18	Telemecanique	1996	Styrning vid packmaskin	Ingenstyrning möjlig
Packmaskin 20:2	2208e	Eurotherm	1996	styr/visar temperatur för långelement 1	Visar inte/styr inte temperatur
Packmaskin 20:2	2208e	Eurotherm	1996	styr/visar temperatur för långelement 2	Visar inte/styr inte temperatur
Packmaskin 20:2	2208e	Eurotherm	1996	styr/visar temperatur för långelement 3	Visar inte/styr inte temperatur
Packmaskin 20:2	2208 4st	Eurotherm	1996	styr/visar temperatur för "foreside"	Visar inte/styr inte temperatur
Packmaskin 20:2	2208e 2st	Eurotherm	1996	styr/visar temperatur för "foreside"	Visar inte/styr inte temperatur
Packmaskin 20:2	2208 4st	Eurotherm	1996	styr/visar temperatur för "bakside"	Visar inte/styr inte temperatur
Packmaskin 20:2	2208e 2st	Eurotherm	1996	styr/visar temperatur för "bakside"	Visar inte/styr inte temperatur
Packmaskin 20:2	CP 4 Syrelec	Crouzet	1996	styr/visar hastighet för maskin	Visar inte/styr inte temperatur
Packmaskin 20:2	Safeline metalldetektor V4-REM	Safeline		Metalldetektor för material	Trigger inte tömning vid metallinnehåll

Figur B. 4 – Del 2 av komponentlistan för linje 10, kolumn A-F.

Komponentlista linje 26, A-F

I figur B.4 är samtliga identifierade komponenter på produktionslinje 26, med tillhörande delsystem, benämning av komponent, fabrikat, installationsår, definierad funktion samt definierat funktionsfel för respektive komponent.

Datum FMEA: 2015-06-05					
Systemets funktion: Packningslinje andra linjer					
Prioritet på linjen:					
Del av linjen som komponenten är	Komponent	Fabrikat	Installationsår	Funktion	Funktionsfel
Övervakning	s5 95U 095-8MA04	Siemens		Styrning operationer vid övervakning	Ingen styrning av övervakning möjlig
Övervakning	Analog output 470-8mc12 2st	Siemens		Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
Övervakning	Digital output 441-8ma11	Siemens		Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
Övervakning	Digital input 431-8ma11	Siemens		Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Övervakning	Digital input 431-8ma12	Siemens		Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
Övervakning	Frekvensomformare VLT 2010 195H3101 813009G158	Danfoss		Styr hastighet av transportband kvadraten	Ingen styrning av transportband möjlig
Övervakning	Frekvensomformare VLT 2010 195H3101 812209G158	Danfoss		Styr hastighet av transportband kvadraten	Ingen styrning av transportband möjlig
Övervakning	Frekvensomformare VLT 2010 195H3601 047802G108	Danfoss		Styr hastighet av transportband kvadraten	Ingen styrning av transportband möjlig
Övervakning	Frekvensomformare VLT 2010 195H3101 812809G158	Danfoss		Styr hastighet av transportband kvadraten	Ingen styrning av transportband möjlig
Övervakning	quint 5 ps-230AC/24DC/5/F	phoenix contact		Strömförsörjare	Förser ingen ström
buffertbanor	Op.panel coros op5	siemens		Visar/styr vid buffertbanor	Visar/styr ej
vågmaskin/pås	Op.panel awd414sd?	yamamoto		Visar/styr vid vågmaskin/påsmaskin	Visar/styr ej
vågmaskin/pås	s5 95u 095-8ma03	Siemens		Styrning operationer vvågmaskin	Ingen styrning av vågmaskin möjlig
vågmaskin/pås	frekvensomformare?	lust		Styr hastighet kring vågmaskin	Ingen styrning kring vågmaskin möjlig
vågmaskin/pås	?	bentron power		Förser ström vid vågmaskin	Förser ingen ström
vågmaskin/pås	PLC? Kopplad till kretskort. 6st	capel		Styrning operationer vågmaskin	Ingen styrning av vågmaskin möjlig
vågmaskin/pås	Säkerhetsrelä pnoz1	pilz		Bryter ström vid nödfall	Skyddade funktioner saknar ström
vågmaskin/pås	trio-ps/1ac/24dc/10	phoenix contact		Förser ström vid vågmaskin	Förser ingen ström
vågmaskin/pås	Frekvensomformare sysdrive 3g3ev-inverter 2st	omron		Styrning kring vågmaskin	Ingen styrning kring vågmaskin möjlig
vågmaskin/pås	Frekvensomformare 09f4c1d-1220 2st.	keb combivert		Styrning kring vågmaskin	Ingen styrning kring vågmaskin möjlig
vågmaskin/pås	Frekvensomformare 10.f0r11-0000	keb combivert		Styrning kring vågmaskin	Ingen styrning kring vågmaskin möjlig
vågmaskin/pås	Transformator 809659-088 3st	erc		Förser ström	Ingen strömförsörjning
vågmaskin/pås	Op. panel 9" Electroluminescent nt600s-st211-ev	omron		Operatörs styrning av vågmaskin	Visar/styr ej
vågmaskin/pås	Temperaturkontroll e5cn-r2mt-500	omron		Reglerar temperatur	Reglerar ej
vågmaskin/pås	Temperaturkontroll	omron		Övervakar temperatur	Reglerar ej
vågmaskin/pås	Temperaturkontroll	omron		Övervakar temperatur	Reglerar ej
vågmaskin/pås	smartdate x40	markem imaje		Op. panel	Visar/styr ej
metalldetektor	gbgk1429	mettler toledo		Metalldetektor	Kommunicerar inte vid metallavfall
metalldetektor	dsp3	thermo going kerr		Op. panel metalldetektor	Lärmar inte vid metall
kurva	Transformator 8324-0039 type pvl30	tufvassons		Förser ström	Ingen strömförsörjning
kapselmaskin	Frekvensomformare VLT 2010 195H4101 459609G277	Danfoss		Styr hastighet av transportband kring kapselmaskin	Ingen styrning av transportband möjlig
kapselmaskin	Frekvensomformare VLT 2010 195H4101 046702G128	Danfoss		Styr hastighet av transportband kring kapselmaskin	Ingen styrning av transportband möjlig
kapselmaskin	Frekvensomformare VLT 2010 195H4605 046602G128	Danfoss		Styr hastighet av transportband kring kapselmaskin	Ingen styrning av transportband möjlig
kapselmaskin	Frekvensomformare VLT 2010 195H4601 050802G148	Danfoss		Styr hastighet av transportband kring kapselmaskin	Ingen styrning av transportband möjlig
kapselmask	Serovförstärkare dkc01. 1-030-3-fw 3st	indramat		förstärker signal	ingen signalförstärkning
kapselmask		vitronic		display	
kapselmaskin, operatörsbordet	dus id 0502	??			
kapselmaskin, operatörsbordet	multiswitch p15 , p15b1	electronic cam			
kapselmask end feed	smartlase c150	markem-imaje		Fotocellövervakning med op. panel	Övervakar ej
checkvåg	AN98A23411	nordson		checkvåg	väger ej produkttyngd
checkvåg	tel tex 800 104010	tel tex		checkvåg	väger ej produkttyngd
wamask	SIMATIC OP7 6AV3 607-1JC20-0AX1	siemens		Op. panel	operatörs styrning ur funktion
wamask	problue 7 1022233a	nordson		lim-aggregat	försluter ej förpackningar
wamask	pcu III-ACC-14262-D	mectec		Stämplars etiketter med datum	Kan inte stämpla etiketter
wamask	Power Supply 307 307-1ea00-0aa0	siemens		Strömförsörjer PLC	Förser ingen ström
wamask	S7 cpu314 314-5ae01-0ab0	siemens		Styrning operationer vid wamaskin	Ingen styrning vid wamaskin möjlig
wamask	okänd D14xDC24V A14/A01x12bit	siemens			
wamask	Digital input 323-1BL00-0AA0	siemens		Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
wamask	Digital output 322-1b100-0aa0	siemens		Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
wamask	CP342-2 6GK7342-2AH00-0XA0	siemens		Kommunikationsprocessor anslutning till interface	Ingen kommunikation sker
wamask	SIPPLUS counter module 350-1ah01-0ae0	siemens		Räknar pulser	Kan inte räkna pulser
wamask	Interface & Powersupply 3rx9306-0aa0	siemens		Strömförsörjer delar wamaskin	Förser ingen ström
wa.maskin	Frekvensomformare VLT 2010	Danfoss		Styr hastighet av transportband kring wa.maskin	Ingen styrning av transportband möjlig
wa.maskin	Frekvensomformare VLT 2020	Danfoss		Styr hastighet av transportband kring wa.maskin	Ingen styrning av transportband möjlig
wamask	PLC 95u 095-8ma03	siemens		Styrning operationer vid wamaskin	Ingen styrning vid wamaskin möjlig
wamask	Digital input 431-8ma11 2st	siemens		Tar emot signaler till PLC	Tar inte emot signaler till PLC
wamask	Digital output 441-8ma11	siemens		Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC
wamask	Digital output 451-8ma11	siemens		Skicka ut signaler från PLC	Skickar inga ut signaler från PLC

Figur B. 5 - Komponentlista för linje 26, kolumn A-F.

BILAGA C

Bilaga C består av kolumn A-F, från excel-dokument för samtliga identifierade komponenter på linje 9, 10 och 26.

Komponentlista linje 9, G-U

Figur C.1 är en fortsättning på figur B.1 med resterande kolumner, G-U, tagna från excel-dokument. I de tre första kolumnerna definieras upp till tre felsätt för respektive komponent, detta följs av kritikalitetsfiltret, ett kommentarsfält, kontroll av komponenten signifikant, och komponentens fas i sin livscykel.

			Kritikalitet ABC					Signifikant?	Livscykel-status A=Active C=Classic L=Limited O=Obsolet e		
Felsätt 1	Felsätt 2	Felsätt 3	Tillgänglighet	Hög kostnad	Kvalitetspåverkan	Produktivitet	Säkerhetsrisk			Miljö	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	Ej i Idus, Finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 7490kr. Begagnad 4990kr. 5	Ja	L
Kortslutning	Smutsig miljö		C	C	C	A	C	C	1st i lager, Ahlsell: 1419kr, 1dag. PLCSweden: Överskottsmaterial 1290kr. Begagnad 790kr	Nej	A
Kortslutning	Smutsig miljö		A	C	C	A	C	C	Ahlsell: 1970kr, 1dag. PLCSweden: Överskottsmaterial 1990kr. Begagnad 1290kr. 1dag.	Ja	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö								Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö		A			A	A	C	Finns ej hos Ahlsell.	Ja	
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	Ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P7K5T5E20H1XGXXXXXXXAXBXXXXDX: 131B0042, 10	Ja	O
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	C	1st i lager. Drivh: Ersätts av FC-302P2K2T5E20H1XGXXXXXXXAXBXXXXDX: 131B0038, 7	Nej	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Kollisionskada	C	C	C	A	C	C	2st i lager. Finns att köpa och kostar 2510 SEK. Inga optioner.	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö	Kollisionskada	C	C	C	A	C	C	2st i lager. Finns att köpa och kostar 2510 SEK. Inga optioner.	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö	Kollisionskada	C	C	C	A	C	C	2st i lager. Finns att köpa och kostar 2510 SEK. Inga optioner.	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i lager	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 8900kr, ej i lager. Begagna	Ja	O
Kollisionskada	Höga temperaturer	Kortslutning							Ej i idus. Otillräcklig information.	Nej	
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	C	1st i lager	Nej	A
Kollisionskada	Höga temperaturer	Kortslutning							Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	Ej i Idus. Välj kompletterande komponent för transformator. Ahlsell: 2623kr, 3-7dagar.	Nej	A
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	C	1st i lager	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	C	2st i lager	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö							ej i idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö							ej i idus. Otillräcklig information.	Nej	A
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö							ej i idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö							ej i idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö							ej i idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö							ej i idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö							ej i idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	C	1st i lager, 4170-5250kr beroende på exakt artikel nummer, 1v leveranstid	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö							ej i idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	Ej i Idus. S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 13990kr, 1 kvar. Be	Ja	O
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	Ej i Idus. S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 7990kr, 1 kvar. Be	Ja	O
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö	A	C	C	A	C	C	Ej i Idus. S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 2990kr, Begagna	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förlitning av ålder	A	B	C	A	C	C	Ej i Idus. S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 9900kr, 1kvar. Beg	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förlitning av ålder	A	C	C	A	C	C	Ej i Idus. S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 3490kr ej i lager. 9	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förlitning av ålder	A	C	C	A	C	C	Ej i Idus. S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 3990kr, 990kr.	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förlitning av ålder	A	C	C	A	C	C	Ej i Idus. S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: 1st begagnad, 2490kr.	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förlitning av ålder	A	C	C	A	C	C	Ej i Idus. S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Begagnad 3990kr.	Ja	O
Kollisionskada	Kortslutning					C	B	C	Finns två källor till styrning, därav B-klass i produktivitet.	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö					C	B	C	Finns två källor till styrning, därav B-klass i produktivitet.	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	A	C	C	A	C	C	Ej i Idus. Finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 2990kr. Begagnad 1990kr.	Ja	L
Kortslutning	Smutsig miljö	Förlitning av ålder	A	C	C	A	C	C	Ej i Idus Ahlsell: 1605kr, 3-7dagar PLCSweden: Överskottsmaterial 890kr. Begagnad 490kr.	Ja	L
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	C	1st i Lager,	Nej	A
Kortslutning	Smutsig miljö		C	B	C	A	C	C	ersätts av dtron 308 som har 2st i lager	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö		C	B	C	A	C	C	ersätts av dtron 308 som har 2st i lager	Nej	

Figur C. 1 – Del 1 av komponentlista för linje 9, kolumn G-U.

Figur C.2 är en fortsättning på figur B.2 med resterande kolumner, G-U, tagna från excel-dokument. I de tre första kolumnerna definieras upp till tre felsätt för respektive komponent, detta följs av kritikalitetsfiltret, ett kommentarsfält, kontroll av komponenten signifikans, och komponentens fas i sin livscykel.

Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö								ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionskada	Kortslutning									ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö									ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö									Nej	
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö									Nej	
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö									Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö									ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö									ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	C		2st i lager, 5695-6788kr beroende på exakt artikel nummer, 1 vecka leverans tid.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	C		Utgått, Ersätts av dTRON 304 som det finns 2st av i lager.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	C		Utgått, Ersätts av dTRON 304 som det finns 2st av i lager.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	C		Utgått, Ersätts av dTRON 304 som det finns 2st av i lager.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö								Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	A	B	C	A	C	C		Finns liknande i Idus? S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 5490kr.	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förlitning av ålder	C	C	C	A	C	C		2st i lager, S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 1290kr. Begagnad 990kr.	Nej	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förlitning av ålder	C	C	C	A	C	C		1st i lager, S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 1390kr. Begagnad 990kr.	Nej	O
Kortslutning	Smutsig miljö		A			C	A	C	C	ej i Idus	Ja	
Förlitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C			A	C	C	C	ej i Idus. Välj kompletterande komponent för säkerhetsrelä	Nej	O
										ej i Idus	Nej	
Förlitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C			A	C	C	C	ej i Idus., Välj kompletterande komponent för säkerhetsrelä	Nej	O
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C			A	C	C	C	ej i Idus., Välj kompletterande komponent för transformator. Siemens: Ersätts av 4AM46	Nej	O
Kortslutning	Smutsig miljö		C			A	C	C	C	ej i Idus. Siemens: Kontakta siemens för ersättningsprodukt.	Nej	L
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö								ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö								ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö									ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C		ej i Idus.	Ja	A
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö								ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö		C			C	A	C	C	3st i lager	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö		C			C	A	C	C	2st i lager	Nej	
Förlitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C		ej i Idus, finns begagnad för 3500kr. Ersätts enligt siemens av: 3TK2820-1CB30 . Pris 1221kr	Nej	O
Kortslutning	Smutsig miljö		C	B	C	A	C	C		2st i lager	Nej	
Förlitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C		ej i Idus., Välj kompletterande komponent för säkerhetsrelä	Nej	O
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	A	B	C	A	C	C		ej i Idus, S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 13990kr, 1 kvar. Begagnad 990kr.	Ja	O
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	A	B	C	A	C	C		ej i Idus, S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 7990kr, 1 kvar. Begagnad 990kr.	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö		A	C	C	A	C	C		ej i Idus, S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Överskottsmaterial 3490kr ej i lager. Begagnad 990kr.	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö		A	C	C	A	C	C		ej i Idus, S5-serie, finns ej hos Ahlsell. PLCSweden: Begagnad 990kr.	Ja	O
Kollisionskada	Kortslutning										Nej	
Kollisionskada	Kortslutning										Nej	
Kollisionskada	Kortslutning										Nej	
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	C		2st i lager	Nej	A
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	C		2st i lager	Nej	A
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	C		2st i lager	Nej	A
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	C		1st i lager	Nej	A
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C		ej i Idus	Ja	A
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C		ej i Idus	Ja	A
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C		ej i Idus	Ja	A
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C		ej i Idus	Ja	A
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C		ej i Idus. Drivh: Ersätts av VLT2807PS2B20SBR1DBF00A00C1: 131Z8983, 2470kr.	Ja	O
Förlitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C		ej i Idus. Drivh: Ersätts av VLT2807PS2B20SBR1DBF00A00C1: 131Z8983, 2470kr.	Ja	O
Förlitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C		1st i Lager	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	C			C	A	C	C	Otillräcklig information.	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö					A	A	A	C	Otillräcklig information.	Ja	
Kortslutning	Smutsig miljö									Från ritning packmaskin	Nej	
Kollisionskada	Kortslutning										Nej	

Figur C. 2 – Del 2 av komponentlistan för linje 9, kolumn G-U.

Komponentlista linje 10 G-U

Figur C.3 är en fortsättning på figur B.3 med resterande kolumner, G-U, tagna från excel-dokument. I de tre första kolumnerna definieras upp till tre felsätt för respektive komponent, detta följs av kritikalitetsfiltret, ett kommentarsfält, kontroll av komponenten signifikans och slutligen komponentens fas i sin livscykel.

			Kritikalitet ABC						Livscykelstatus			
			A	B	C				A	C	L	O
Felsätt 1	Felsätt 2	Felsätt 3	Tillgänglighet	Hög kostnad	Kvalitetspåverkan	Produktivitet	Säkerhetsrisk	Miljö	Kommentar	Signifikant?		
Kortslutning	Smutsig miljö	Höga temperaturer	A	B	C	A	C	C	ej i Idus, 6000kr begagnad	Ja	O	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Höga temperaturer	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, PLCSweden: 2000kr överskott	Ja	O	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Höga temperaturer	C	C	C	A	C	C	2st i lager, PLCSweden: 4000kr överskott	Nej	O	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Höga temperaturer	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, PLCSweden: 2000kr begagnad	Ja	O	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Höga temperaturer	C	C	C	A	C	C	2st i lager, PLCSweden: 3800kr begagnad	Nej	O	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Höga temperaturer	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, PLCSweden: 1600kr överskott	Ja	O	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Höga temperaturer	C	C	C	A	C	C	2st i lager, PLCSweden: 2500kr överskott	Nej	O	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Höga temperaturer	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, PLCSweden: 1000kr begagnad	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Höga temperaturer	C	C	C	A	C	C	2st i lager, PLCSweden: 3000kr överskott	Nej	O	O
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	ej i Idus, finns begagnad för 3500kr Ersätts enligt siemens av: 3TK2820-1CB30 . Pris 1221kr, 3-7dagar.	Nej	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus.	Ja	A	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	C	1st i lager	Nej	A	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P5KT5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0041 , 9740kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P1K5T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0037 , 5840kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	0st i lager. Drivh: Ersätts av FC-302P1K1T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0036 , 5120kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P1K1T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0036 , 5110kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P2KT5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0038 , 7050kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P2KT5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0038 , 7060kr.	Ja	O	O
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö	C	C	C	A	C	C	oklart vilken modell som är i lager, men finns 2st ersättningar i lager enligt Idus	Nej	O	O
Höga temperaturer	Fuftska	Smutsig miljö	C	B	A	C	C	C	1st i lager, PLCSweden: 5000kr begagnad.	Nej	O	O
Kollisionskada	Höga temperaturer	Smutsig miljö	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Eurotherm: finns inte längre och kan bytas ut mot en 2204e .pris 6850 SEK. Øtsignalerna är moduler	Ja	A	A
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Eurotherm: finns inte längre och kan bytas ut mot en 2208e .pris 4840 SEK. Øtsignalerna är moduler	Ja	A	A
Kollisionskada	Höga temperaturer	Smutsig miljö	A	B	C	A	C	C	0st i lager. Eurotherm: Finns att köpa och kostar i grundutförande 8600 SEK utan moduler. Den finns även mer	Ja	A	A
Kollisionskada	Höga temperaturer	Smutsig miljö				A	C	C	ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej		
Kollisionskada	Höga temperaturer	Kortslutning				A	C	C	ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej		
Kollisionskada	Höga temperaturer	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	C	2 st i lager, 5695-6788kr beroende på exakt artikel nummer, 1 vecka leverans tid.	Nej		
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	C	B	C	A	C	C	1st i lager, 4170-5250kr beroende på exakt artikel nummer, 1v leveranstid	Nej		
Kollisionskada	Höga temperaturer	Kortslutning				A	C	C		Nej		
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302PK75T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0035 , 4530kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P3K0T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0039 , 7780kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302PK75T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0035 , 4530kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302PK75T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0035 , 4530kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	0st i lager. Drivh: Ersätts av VLT2855PT4B20SBR1DBF00A00C1: 178F1906 , 6840kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	ej i Idus, finns begagnad för 35000kr. Ersätts enligt siemens av: 3TK2820-1CB30 . Pris 1221kr, 3-7dagar.	Nej	O	O
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	ej i Idus. Ersättning? Priser mellan 1200-3000kr.	Nej	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	ej i Idus	Nej	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i lager, 2214kr, 1 dag.	Nej	A	A
									ej i Idus, finns ej på Ahlsell.	Nej		
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	C	C	A	C	C	ej i Idus, 270kr, 1dag.	Nej	A	A
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	C	C	A	C	C		Nej		
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	C	C	A	C	C	1st i lager,	Nej		
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	ej i Idus, finns begagnad för 35000kr. Ersätts enligt siemens av: 3TK2820-1CB30 . Pris 1221kr, 3-7dagar.	Nej	O	O
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	ej i Idus. Ersättning? Priser mellan 1200-3000kr.	Nej	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av VLT2805P52B20SBR1DBF00A00C1: 131Z8977 , 2320kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P1K5T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0037 , 5840kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P1K5T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0037 , 5840kr.	Ja	O	O
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A	C	C	ej i Idus	Nej		
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302PK75T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0035 , 4530kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302PK75T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0035 , 4530kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302PK75T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0035 , 4530kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302PK75T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0035 , 4530kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P7K5T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0042 , 10990kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P1K5T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0037 , 5840kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. Drivh: Ersätts av FC-302P3K0T5E20H1GXGXXXXXXXAXBXCXXXXDX: 131B0039 , 7880kr.	Ja	O	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	C	1st i saldo	Nej	A	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	A	C	A	C	C	ej i Idus, 1st cpu312 finns i lager, kompatibel? Ahlsell: Pris 19220 , levtid 3-7dagar.	Ja	A	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, 266kr, 1dag.	Ja	A	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i lager, finns ej hos Ahlsell. 2aa0 finns för 2960kr.	Nej	A	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, 3681kr, 1dag.	Ja	A	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning				A	C	C	ej i Idus, finns ej hos Ahlsell. 1ah02-0ae0 finns för 6836kr. Levtid 3-7 dagar.	Nej	A	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, 2838kr, 3-7dagar.	Ja	A	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, 1824kr, 3-7levdagar.	Ja	A	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, 3000kr, 3-7dagar.	Ja	A	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus, finns ej hos Ahlsell.	Ja	A	A
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö				A	C	C	ej i Idus, finns för 3545kr, 3-7dagar	Nej	A	A
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö				A	C	C	ersätts med Quint-PS-100-240 AC/24DC/5, finns 1st i lager, finns ej på Ahlsell.	Nej		

Figur C. 3 – Del 1 av komponentlista för linje 10, kolumn G-U.

Figur C.4 är en fortsättning på figur B.4 med resterande kolumner, G-U, tagna från excel-dokument. I de tre första kolumnerna definieras upp till tre felsätt för respektive komponent, detta följs av kritikalitetsfiltret, ett kommentarsfält, kontroll av komponenten signifikans och slutligen komponentens fas i sin livscykel.

Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	A	C	C	ej i Idus, finns begagnad för 3500kr. Ersätts enligt siemens av: 3TK2820-1CB30. Pris 1221kr, 3-7dagar.	Nej	O
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning			A	C	C	ej i Idus, finns ej på Ahisell. Siemens: Produktersättare 4AM6142-8DD40-0FA0	Nej	O
Höga temperaturer	Fuktskada	Smutsig miljö			C	A	C	ej i Idus. 5571kr. 1dag.	Nej	A
Höga temperaturer	Fuktskada	Smutsig miljö			C	A	C	ej i Idus. 5133kr, 3-7dagar.	Nej	A
Höga temperaturer	Fuktskada	Smutsig miljö			C	A	C	13892kr, 3-7dagar.	Nej	A
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C		Nej	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	ej i Idus, 611kr, 3-7dagar	Ja	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	ej i Idus, 1365kr, 1dag	Ja	A
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	A	C	C	ej i Idus, finns ej hos Ahisell.	Nej	
Höga temperaturer	Fuktskada	Smutsig miljö			C	A	C	ej i Idus, 839kr, 3-7dagar.	Nej	A
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	A	C	C	ej i Idus.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	Ost i saldo. ej i Idus. Drivh: Ersätts av	Ja	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	Ost i saldo. ej i Idus. Drivh: Ersätts av	Ja	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	ej i Idus.	Ja	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	ej i Idus.	Ja	A
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	A	C	C	ej i Idus	Nej	
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	oklart vilken modell som är i lager, men finns 2st i lager enligt Idus. Sökning på Ahisell 30-40kr. 3-7dagar.	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö	B		C	A	C	Liknande paneler, 7000kr ungefär	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning			C	A	C	ej i Idus. Interfacemodul, 2514kr, 1dag.	Nej	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	B		C	A	C	1st i lager, 1419kr, 1dag.	Nej	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	B	C	A	C	ej i Idus, 5100kr, 3-7dagar.	Ja	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	B	C	A	C	ej i Idus, 5620kr, 3-7dagar.	Ja	A
Höga temperaturer	Fuktskada	Smutsig miljö			C	A	C		Nej	A
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	ej i Idus, (om inte fel antecknad) finns ej hos Ahisell, men många nya med samma funktion?	Nej	
Kollisionskada	Höga temperaturer	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	2 st i lager, 5695-6788kr beroende på exakt artikel nummer, 1 vecka leverans tid.	Nej	
Höga temperaturer	Fuktskada	Smutsig miljö			C	A	C	ej i Idus	Nej	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	B		C	A	C	1st i lager, 1419kr, 1dag.	Nej	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	B	C	A	C	ej i Idus, 5109kr, 3-7dagar.	Ja	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	B	C	A	C	ej i Idus, 5620kr, 3-7dagar.	Ja	A
Höga temperaturer	Fuktskada	Smutsig miljö			C	A	C		Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	ej i Idus, (om inte fel antecknad) finns ej hos Ahisell, men många nya med samma funktion?	Nej	
Kollisionskada	Höga temperaturer	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	2 st i lager, 5695-6788kr beroende på exakt artikel nummer, 1 vecka leverans tid.	Nej	
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	2st i lager.	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	1st i lager	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	1st i lager	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	1st i lager	Nej	A
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	B	C	A	C	ej i Idus	Nej	
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	A	C	C	1st i lager	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning			C	A	C		Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	A	A	C	A	C	ej i Idus, 19220kr, 3-7dagar.	Ja	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	B	C	A	C	ej i Idus, 8115kr, 3-7days.	Ja	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	B	C	C	A	C	1st i lager, 2846kr, 1dag.	Nej	A
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	B	C	C	A	C	1st i lager, 3941kr, 1dag	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C		Nej	C
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C		Nej	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö			A	A	A	ej i Idus	Ja	
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	ej i Idus	Nej	O
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	ej i Idus	Nej	O
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	ej i Idus	Nej	O
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	A	C	C	Finns ej	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	A	C	C	ej i Idus. Saknas information hos siemens	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	A	C	C	ej i Idus. Saknas information hos siemens	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning			C	A	C	ej i Idus. Servomotorer och moduler ligger mellan 26-100kr. Siemens: Produktersättare 6SN1145-1AA01-0AA	Nej	L
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning			C	A	C	ej i Idus. Siemens: Produktersättare 6SN1123-1AA00-OBA2	Nej	L
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	A	C	C	1st i lager (antagligen). Siemens: Kontakta siemens för ersättningsprodukt.	Nej	L
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C		Nej	
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C		Nej	
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C		Nej	C
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	B	C	A	C	ej i Idus. ej i Idus. Drivh: Ersätts av VLT2815PS2B20SBR1DBF00A00C1: 13129199, 3020kr.	Ja	O
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning						ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning							Nej	
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	Sök i Idus. Eurotherm: Kostar 4840 SEK.	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	Sök i Idus. Eurotherm: Kostar 4840 SEK.	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	Sök i Idus. Eurotherm: Kostar 4840 SEK.	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	Sök i Idus. Eurotherm: Kostar 4840 SEK.	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö	B	C	A	C	C	Sök i Idus. Eurotherm: finns inte längre men kan i de allra flesta fall bytas ut mot en 2208e. pris 4840 SEK. An	Nej	O
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö	C	C	A	C	C	Sök i Idus. Eurotherm: Kostar 4840 SEK.	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö	B	C	A	C	C	Sök i Idus. Eurotherm: finns inte längre men kan i de allra flesta fall bytas ut mot en 2208e. pris 4840 SEK. An	Nej	O
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	Sök i Idus. Eurotherm: Kostar 4840 SEK.	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	Sök i Idus. Eurotherm: Kostar 4840 SEK.	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö			C	A	C	Sök i Idus. Eurotherm: Kostar 4840 SEK.	Nej	A
Kollisionskada	Kortslutning	Smutsig miljö	A	A	A	A	C		Ja	

Figur C. 4 – Del 2 av komponentlista för linje 10, kolumn G-U.

Komponentlista linje 26 G-U

Figur C.5 är en fortsättning på figur B.5 med resterande kolumner, G-U, tagna från excel-dokument. I de tre första kolumnerna definieras upp till tre felsätt för respektive komponent, detta följs av kritikalitetsfiltret, ett kommentarsfält, kontroll av komponenten signifikans och slutligen komponentens fas i sin livscykel.

			Kritikalitet ABC								
			A	B	C						
Felsätt 1	Felsätt 2	Felsätt 3	Tillgänglighet	Hög kostnad	Kvalitetspåverkan	Produktivitet	Säkerhetsrisk	Willö	Kommentar	Signifikant?	Livscykelstatus
Livscykelstatus A=Active C=Classic L=Limited O=Obsolete											
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. PLCSweden: Begagnad 6490kr.	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	C	C	C	A	C	C	2st i Saldo. PLCSweden: Begagnad: 3790kr.	Nej	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus PLCSweden: Överskottsmaterial 1390kr. Begagnad: 490kr.	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	C	C	C	A	C	C	2st i Saldo PLCSweden: Överskottsmaterial 1590kr. Begagnad 490kr.	Nej	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus. Finner ingen bra återförsäljare.	Ja	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. Drivh: Ersätts av VLT2803PS2B205BR1DBF00A00C1: 17828972, 2010kr.	Nej	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. Drivh: Ersätts av VLT2803PS2B205BR1DBF00A00C1: 17828972, 2010kr.	Nej	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. Drivh: Ersätts av VLT2803PS2B205BR1DBF00A00C1: 17828972, 2010kr.	Nej	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. Drivh: Ersätts av VLT2803PS2B205BR1DBF00A00C1: 17828972, 2010kr.	Nej	O
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			1st i saldo pris 22k enligt Idus (2010)	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning	C	B	C	A	C	C	1st i saldo. PLCSweden: Överskottsmaterial 8990kr. Begagnad 4990kr.	Nej	O
Smutsig miljö	Kortslutning	Förslitning av ålder				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Smutsig miljö	Kortslutning	Förslitning av ålder				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Smutsig miljö	Kortslutning	Förslitning av ålder				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Förslitning av ålder	Smutsig miljö	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	ej i Idus	Nej	
Smutsig miljö	Kortslutning	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	1203kr 3-7 dagar. ej i Idus	Ja	
Smutsig miljö	Kortslutning	Förslitning av ålder				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Smutsig miljö	Kortslutning	Förslitning av ålder				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Smutsig miljö	Kortslutning	Förslitning av ålder				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Höga temperaturer	Smutsig miljö	Kortslutning				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. Drivh: Ersätts av VLT2803PS2B205BR1DBF00A00C1: 17828972, 2010kr.	Nej	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. Drivh: Ersätts av VLT2803PS2B205BR1DBF00A00C1: 17828972, 2010kr.	Nej	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. Drivh: Ersätts av VLT2807PS2B205BR1DBF00A00C1: 13128983, 2470kr.	Nej	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. Drivh: Ersätts av VLT2803PS2B205BR1DBF00A00C1: 17828972, 2010kr.	Nej	O
Smutsig miljö	Kortslutning	Förslitning av ålder	C	B	C	A	C	C	1st i lager 6504kr enligt Idus (2014)	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö							Otillräcklig information	Nej	
									Otillräcklig information	Nej	
									ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
									ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
									ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
									ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
			A	C	A	C	C		ej i Idus. Otillräcklig information.	Ja	
						A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kollisionsskada	Kortslutning	Smutsig miljö				A			ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	C	C	C	A	C	C	1st ersättning i saldo. PLCSweden: Begagnad 990kr. Siemens; efterföljare 6ES7307-1EA01-0AA0	Nej	L
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus. Runt 10kr på Ebay + frakt. Siemens: Kontakta för ersättningsprodukt.	Ja	L
									Otillräcklig information	Nej	
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus. 3681kr, 3-7 dagar.	Ja	C
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. 3941kr, 1dag.	Nej	C
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	B	C	A	C	C	ej i Idus. PLCSweden 4490kr. Siemens: Utgått utan ersättare.	Ja	L
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus. PLCSweden 2690kr.	Ja	C
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus. Runt 1000kr på Ebay + frakt.	Ja	L
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	C	C	C	A	C	C	1st i saldo. Drivh: Ersätts av	Nej	O
Förslitning av ålder	Höga temperaturer	Kortslutning	A	C	C	A	C	C	ej i Idus. Otillräcklig information.	Nej	O
Höga temperaturer	Kortslutning	Smutsig miljö	C	B	C	A	C	C	1st i saldo. PLCSweden: Överskottsmaterial 8990kr. Begagnad 4990kr.	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus. PLCSweden: Överskottsmaterial 1590kr. Begagnad 490kr.	Ja	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	C	C	C	A	C	C	2st i saldo. PLCSweden: Överskottsmaterial 1390kr. Begagnad 490kr.	Nej	O
Kortslutning	Smutsig miljö	Förslitning av ålder	A	C	C	A	C	C	ej i Idus. PLCSweden: Begagnad 790kr.	Ja	O

Figur C. 5 - Komponentlista för linje 26, kolumn G-U.

Prioriteringslista linje 26

Figur D.4 visar utvärderingen av linje 26 RPN-tal, tagna ur excel-dokument. RPN-talet redovisas i kolumnen längst ut till höger. De komponenter med rödmarkerat RPN är de som värderats att ha störst risk.

Komponent	Fabrik	S Sannolikheter	Costar	K Korollarer	Costar	U Uppfattningsnivåer	Costar	RPN
15 95U095-8WA04	Siemens	Värderad med livslängd(120% - 200%), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (mycket hög sannolikhet för feelfunktion)	2,25	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 4000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	3	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	8,98
Digital output 441-8ma11	Siemens	Värderad med livslängd(120% - 200%), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (hög sannolikhet för feelfunktion)	3,2	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 1000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	2,8	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	11,917
Digital input 411-8ma12	Siemens	Värderad med livslängd(120% - 200%), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (hög sannolikhet för feelfunktion)	3	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (potentiellt information) och tillgänglighet (potentiellt information)	3,4	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	13,566
116-pl/164/2461/10	Phoenix Contact	Värderad med livslängd (under 80 %), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (hög sannolikhet för feelfunktion)	1,75	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 1000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	2,8	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	6,517
ipg11429		Otillräcklig information		Otillräcklig information		Otillräcklig information		0
top1		Otillräcklig information		Otillräcklig information		Otillräcklig information		0
SIAMATIC OP7 6AV3 607-1A20-0A01	Siemens	Värderad med livslängd (under 80 %), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (mycket hög sannolikhet för feelfunktion)	1,5	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 4000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	3	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	5,985
17 rpu/314 314-Saw01-Dub0	Siemens	Värderad med livslängd (under 80 %), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (mycket hög sannolikhet för feelfunktion)	1,5	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 10 000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	3,2	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	6,384
Digital input 323-1B100-0A00	Siemens	Värderad med livslängd (under 80 %), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (hög sannolikhet för feelfunktion)	1,75	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 4000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	3	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	6,9825
Frekvensomformare VLT2000	Danfoss	Värderad med livslängd(120% - 200%), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (mycket hög sannolikhet för feelfunktion)	3	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 1 000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	2,8	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	11,17
DIPLUS counter module 3SD-1A015-Qa00	Siemens	Värderad med livslängd (under 80 %), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (hög sannolikhet för feelfunktion)	1,5	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 4000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	3	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	5,985
Interface & Powersupply 3xv300-6a000	Siemens	Värderad med livslängd(120% - 200%), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (hög sannolikhet för feelfunktion)	1,5	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 4000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	3	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	5,985
Frekvensomformare VLT2000	Danfoss	Värderad med livslängd(120% - 200%), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (hög sannolikhet för feelfunktion)	3	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 1 000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	2,8	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	11,172
Digital input 411-8ma11 21t	Siemens	Värderad med livslängd(120% - 200%), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (hög sannolikhet för feelfunktion)	3	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 1000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	2,8	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	11,172
Digital output 451-8ma11	Siemens	Värderad med livslängd(120% - 200%), driftinstruktioner (utförts godtyckligt bra), historik (enstaka fall av feelfunktion i denna fasen) samt omdömetaktorn (mycket hög sannolikhet för feelfunktion)	3,2	Värderad med kvalitetsövervakning (ingen), säkerhet (ingen) maskineffektivitet (mycket stor, produktionsstopp), kostnad (över 1000kr) och tillgänglighet (över 3 dagar)	2,8	Värderad med sannolikhet (snabb upptäckt), operatörs syn över flödet (mycket bra), antal gvarsignaler (minst en gvarsignal)	1,33	11,917

Figur D. 4 - Prioriteringslista för linje 26.