

Implementering av underhållssystem vid en tillverkande industri.

Jonas Rydholm

EXAMENSARBETE

Högskoleingenjör med inriktning mot Industriell ekonomi

Institutionen för ingenjörsvetenskap

EXAMENSARBETE

Implementering av underhållssystem vid en tillverkande industri.

Sammanfattning

Företaget som studien utförts på upplever ett problem vid hanteringen av underhållsarbete i fabriken. Processerna för felrapportering och beställning av reservdelar är tidskrävande och involverar arbete från flera olika parter. Merparten av allt underhållsarbete som utförs är av oplanerat slag och ett fungerande uppföljningsarbete för att komma till rätta med de produktionsstörningar som äger rum i processen saknas.

Syftet med examensarbetet har varit att skapa underlag för att förbättra företagets effektivitet genom att optimera underhållsarbetet med hjälp av förslag till ett underhållssystem och olika tillvägagångssätt för att effektivisera underhållsarbetet.

Under arbetets gång har en underhållsloggbok utformats i Excel. Loggboken används till att logga alla underhållsarbeten som inträffar i produktionen. Dessa arbeten ligger till grund för merparten av de beräkningar som utförts under projektet.

Beräkningarna syftade till att kartlägga var i processen flest fel inträffar och av vilken karaktär dessa fel är. För att påvisa potentialen i ett utvecklat underhållsarbete beräknades även vilka vinstmöjligheter som kan åstadkommas genom implementering av ett underhållssystem och nya arbetsmetoder.

Studien resulterade i ett förslag till ett underhållssystem som anses lämpligt utefter företagets situation och problem. Utöver införandet av ett underhållssystem stod det även klart att företaget behöver minska mängden oplanerade produktionsstopp. För att lyckas med detta är det viktigt att operatörerna involveras i underhållsarbetet och utför alla arbeten av enklare slag. Underhållsavdelningen kan då, tack vare mer frigjord tid fokusera på att finna grundorsaker till problem och utföra planerade underhåll för att minska mängden oplanerade underhåll.

Att effektivisera underhållsarbetet och införa Total productive maintenance (TPM) är en tidskrävande process som kan ta många år. För att underlätta för företaget och minska risken för att trilla tillbaks i gamla vanor utformades en implementeringsmodell för TPM. Modellen är ämnad som ett framtida arbete för företaget i arbetet med att utveckla effektiviteten på företaget ytterligare.

Datum:	2015-06-01
Författare:	Jonas Rydholm
Examinator:	Thomas Carlberger
Handledare:	Claes Hansen, Högskolan Väst
Program:	Högskoleingenjör med inriktning mot Industriell ekonomi
Huvudområde:	Maskinteknik Utbildningsnivå: G2F
Poäng:	15 högskolepoäng
Nyckelord:	Underhåll, Underhållssystem, TPM, Kvalité, 5S
Utgivare:	Högskolan Väst, Institutionen för ingenjörsvetenskap, 461 86 Trollhättan Tel: 0520-22 30 00 Fax: 0520-22 32 99 Web: www.hv.se

BACHELOR'S THESIS

Implementation of a maintenance system in a producing factory.

Abstract

The company in the study was experiencing a problem when it comes to dealing with maintenance-work. The processes for bug tracking and ordering of spare parts is time consuming and involves work from several different people. Most of all maintenance work performed is unplanned and a functioning follow-up work is missing.

The purpose of the thesis was to help improving the company's efficiency by optimizing the maintenance work. This was achieved by a proposal for a maintenance system and various approaches to improve the maintenance work.

During the project a maintenance log book was been designed in Excel. The log book is used to log all maintenance activities that occur in the production. These logs are the basis for most of the calculations carried out during the project.

The calculations aimed to identify where in the process most errors occur and what the nature of those errors are. To demonstrate the potential of a maintenance system the profit opportunities that can be achieved through the implementation of a maintenance system and new working methods were calculated.

The study resulted in a proposal for a maintenance system that suited the company's needs, situation and problems. In addition to the introduction of a maintenance system, it was also clear that the company needs to reduce the amount of unplanned downtime. To achieve this it is important to involve the operators with maintenance work and they shall perform all the works of the simpler kind. The maintenance department can then, thanks to the released time, focus on finding the root causes of problems and perform scheduled maintenance to reduce the amount of unplanned maintenance.

Improving the maintenance work and introduce Total Productive Maintenance (TPM) is a time consuming process that might go on for years. In order to facilitate the work and reduce the risk of falling back into old habits an implementation model was designed for the TPM-work. The model is intended as a future work for the company to facilitate the work of reaching even higher efficiency.

Date:	June 1, 2015
Author:	Jonas Rydholm
Examiner:	Thomas Carlberger
Advisor:	Claes Hansen, University West
Programme:	Industrial Engineering and Management
Main field of study:	Mechanical Engineering
Credits:	15 HE credits
Keywords:	Maintenance, Maintenance system, TPM, Quality, 5S
Publisher:	University West, Department of Engineering Science, S-461 86 Trollhättan, SWEDEN Phone: + 46 520 22 30 00 Fax: + 46 520 22 32 99 Web: www.hv.se
Education level:	Bachelor thesis

Förord

Jag vill tacka företaget där studien utförts för möjligheten att genomföra examensarbetet på deras företag, stort tack även till personalen som visat stort intresse och engagemang över arbetet. Claes Hansen som varit handledare under projektet tillägnas även han ett stort tack för mycket god handledning och uppvisat intresse under studiens gång.

Slutligen vill jag tacka Johan Hedlund, anställd på Implema för god hjälp och ett trevligt bemötande under telefonintervjun angående underhållssystem.

Innehåll

Sammanfattning	i
Abstract	ii
Förord.....	iii
1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Problematisering.....	2
1.3 Syfte.....	2
1.4 Mål.....	2
1.5 Avgränsningar.....	3
2 Tillvägagångssätt.....	3
2.1 Loggbok.....	4
2.2 Undersökning av underhållsarbetet.....	4
2.3 Underhållssystem	6
2.4 Underlag för framtiden	6
2.5 Litteraturstudie	7
2.6 Intervjuer.....	7
3 Teori.....	8
3.1 Huvuddelar i ett underhållssystem	8
3.1.1 Handböcker och instruktioner.....	8
3.1.2 Maskinregister.....	8
3.1.3 Arbetsorder	8
3.1.4 Statistik	9
3.1.5 Reservdelshantering.....	9
3.2 Avhjälpande- respektive Förebyggande underhåll	9
3.2.1 Avhjälpande underhåll.....	9
3.2.2 Förebyggande åtgärder	11
3.2.3 Vinster med förebyggande underhåll.....	11
3.3 Systematiserat underhåll.....	12
3.4 Total productive maintenance.....	13
3.5 MTBF	14

3.6	MTTR.....	15
3.7	Anläggnings effektivitet TAK-faktorn.....	15
3.8	5S.....	16
3.9	Kaizen.....	16
3.10	Paretodiagram.....	17
3.11	5-Varför.....	17
3.12	Lean.....	18
4	En analys av nuläget.....	18
4.1	Loggboken som utformats i projektet.....	20
4.2	Datainsamling av felanmälningsrapporter.....	21
4.3	Reservdelshantering.....	22
4.4	Beräkningar.....	22
4.4.1	Mest underhållsbelastade operationer.....	22
4.4.2	Missad produktion.....	23
4.4.3	Systematiska fel.....	27
4.4.4	TAK-faktor.....	31
5	Resultat och diskussion.....	32
5.1	Sammanfattning av problem.....	32
5.2	Förbättringsåtgärder.....	35
5.2.1	Utveckla arbetssätt och rutiner.....	35
5.2.2	Involvera operatörerna.....	35
5.2.3	Daglig tillsyn.....	36
5.2.4	Återkommande fel.....	36
5.2.5	Fokusera på flaskhalsen.....	37
5.2.6	Excelloggbokens begränsningar.....	38
5.3	Vinster med arbetet.....	38
5.4	Underhållssystem.....	40
5.5	Underhållssystem på marknaden.....	40
5.5.1	Implemas system Easy PM.....	41
5.5.2	AM system – Underhåll.....	42
5.6	Sammanfattning av underhållssystem.....	42

5.7 Felkällor.....	44
6 Slutsats	45
6.1 Framtida arbete.....	46
Referenser	49

Bilagor

- A. Underhållsloggbok
- B. Felanmälningsblankett
- C. Produktionskapacitet
- D. Processflöde

Figurförteckning

Figur 1: Figuren visar tillvägagångssättet under arbetet	3
Figur 3: Egen tolkning av bild ur boken Underhållsteknik [1].....	10
Figur 2: Figuren visar en egen tolkning av förbättringshjulet i boken Underhållsteknik. [1].....	12
Figur 4: Egen tolkning av bild ur boken Underhållsteknik [1].....	14
Figur 5: Paretodiagram	17
Figur 6: Processflöde över felanmälningsproceduren som rådde vid uppstarten av projektet.....	18
Figur 7: Utdrag ur loggbok för felrapportering.	21
Figur 8: Pareto-diagram över antalet fel per maskin.....	23
Figur 9: Cirkeldiagram över vika operationsgrupper som står för mest felrapporter. .	23
Figur 10: Fördelningen av produktionsbortfall i Op. 30.....	26
Figur 11: Fördelningen av produktionsbortfall i Op. 30 efter en ökning av planerade arbeten	26
Figur 12: Visar information angående tiden mellan fel för maskin 10042. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.....	27
Figur 13: Visar information angående tiden mellan fel för maskin 10017. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.....	28
Figur 14: Diagrammet visa fördelningen av feltyper för maskin 10017.....	29
Figur 15: Visar information angående tiden mellan fel för Op.30. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.	30
Figur 16: Diagrammet visar fördelningen av enkla respektive komplicerade fel för Op.30.	30
Figur 17: Ishikawadiagram över bristerna i underhållsarbetet.....	32

Tabellförteckning

Tabell 1: Tabell över företagets kapacitet och andel planerade respektive oplanerade stopp i olika operationer.	22
Tabell 2: Tabell över medel- och medianvärdet för MTBF, MTTR, avbrottstiden samt den tid som passerar mellan uppkomst av fel och påbörjad reparation.	24
Tabell 3: Tabell över dagens produktionskapacitet angett i enheter/timme.	25
Tabell 4: Visar information angående tiden mellan fel för maskin 10042. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.	27
Tabell 5: Visar information angående tiden mellan fel för maskin 10017. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.	28
Tabell 6: Visar information angående tiden mellan fel för Op.30. Undersökningen avser en tidsperiod på 8 månader.	29
Tabell 7: Tabellen visar hur ofta fel inträffar inom olika tidsramar för hela produktionen.	30
Tabell 8: Tabellen visar tillgängligheten för företagets olika operationsgrupper.	31
Tabell 9: Tabellen visar anläggningsutbytet i fabriken's olika operationer.	31
Tabell 10: Tabellen visar beräknad data angående företagets ursprungskapacitet	38
Tabell 11: Tabellen visar hur kapaciteten och produktionen kan förbättras efter genomförande av studiens förslag.	39

1 Inledning

Arbetet utfördes på ett tillverkande företag inom fordonsindustrin som av sekretessskäl kommer vara anonyma i rapporten. Företaget upplever ett problem kring hanteringen av underhållsarbete. Följande kapitel beskriver bakgrunden till arbetet som utförts i studien samt vilket syfte och mål som upprättades vid studiens början.

1.1 Bakgrund

Företaget är dotterbolag i en större Europeisk koncern. Inom koncernen tillverkas en rad komponenter till framför allt fordonsindustrin. Vid fabriken som är belägen i västra Sverige tillverkas produkter till bland annat dieselmotorer. Företaget har som mål att innan år 2020 utöka produktionen med cirka 65 % mer producerade enheter per år. För att lyckas med detta krävs att kapaciteten i produktionen ökas avsevärt.

I dagsläget har företaget en bristande uppfattning angående vad som är de största produktionsstörningarna och de upplever även ett problem vid uppföljningsarbetet av produktionsbortfall. Dokumentationsarbetet vid felrapporteringen släpar och ligger ett halvt år efter i tiden, detta gör att det kan bli svårt att hitta frekventa fel och andra fel som orsakar långa stilleståndstider. Ett annat viktigt problem som råder på företaget är att merparten av underhållsarbetet är avhjälpande underhåll och det saknas uppföljningsarbete för att komma till rätta med dessa problem samt kunskap om varför de inträffar.

Felrapporteringsystemet sköts i dagsläget i pappersform och involverar arbete av flera olika parter. Felanmälningsrapporterna matas slutligen in i en Excel-fil av företagets underhållschef som även har ansvar för att granska och utvärdera informationen. Felanmälningsrapporterna är ofta slarvigt skrivna vilket skapar problem när de skall matas in i Excel.

Bristande tid och engagemang leder till att uppföljningen av felrapporterna ligger långt efter i tiden. Företaget behöver kunna uppvisa siffror angående Mean time between failure (MTBF) och Mean time to repair (MTTR) för att behålla uppnådda ISO-certifikat. I dagsläget saknas effektivt system för denna åtgärd och beräkningarna utförs manuellt. Detta i kombination med hur långt efter de ligger i uppföljningen av felrapporter leder till svårigheter att uppfylla ställda krav, vilket potentiellt sett kan leda till att företaget förlorar sina certifikat.

Som följd av bristande uppföljning har företaget många oplanerade produktionsstopp som i värsta fall kan stanna hela produktionen och medföra stora förluster.

1.2 Problematisering

Det finns flera potentiella källor till förbättring. Varför hanteras till exempel felrapporteringen av så många parter och än mer förvånande, varför används först papper och penna för att sedan mata in all information i Excel? Vore det inte enklare att felrapporteringen sker direkt i ett underhållssystem för att motverka onödigt arbete? Excel är till exempel ett mångsidigt program med många funktioner, att låta Excel räkna ut MTBF och MTTR på egen hand skulle kunna vara ett bra sätt att minimera tidsåtgången för personalen.

Företaget har många oplanerade stopp i produktionen. Kan lärdom dras av tidigare felrapporter för att motverka att de inträffar igen, och på så vis minska antalet oplanerade stopp i produktionen?

Hur kan företaget förbättra sitt uppföljningssystem? Kan andelen avhjälpande underhåll minskas genom att omvandlas till förebyggande underhåll?

Av ovanstående resonemang utfärdas följande frågeställningar:

- Varför hanteras felrapporteringen av så många parter? Kan någon part exkluderas?
- Varför används först papper vid felrapporteringen för att sedan låta underhållschefen skriva av alla rapporter på datorn? Hur kan detta effektiviseras?
- Kan man utforma ett program som själv räknar ut MTBF och MTTR för att slippa manuell uträkning och snabbt få tillgång till informationen?
- Hur kan en loggbok med felrapporter användas för att minska antalet oplanerade produktionsstopp?
- Kan ett heltäckande system utvecklas som innehåller allt vad företaget behöver när det kommer till underhåll, reservdelshantering och inköp?
- Kan mängden avhjälpande underhåll minskas genom mer förebyggande åtgärder? Och kan man genom utvecklad feluppföljning finna var förebyggande åtgärder kan tillämpas?

1.3 Syfte

Syftet med studien är att öka företagets tillgänglighet i produktionen genom att effektivisera underhållsarbetet. Genom införande av underhållssystem och nya värderingar bland de anställda uppnå färre oplanerade underhållsarbeten och fler planerade arbeten.

1.4 Mål

Utarbeta ett förslag till ett framtida underhållssystem för uppföljning av underhållsaktiviteter samt produktionsbortfall som främjar arbetet med att effektivisera underhållsarbetet och avhjälpes arbetet med att finna orsaker till produktionsbortfallet.

1.5 Avgränsningar

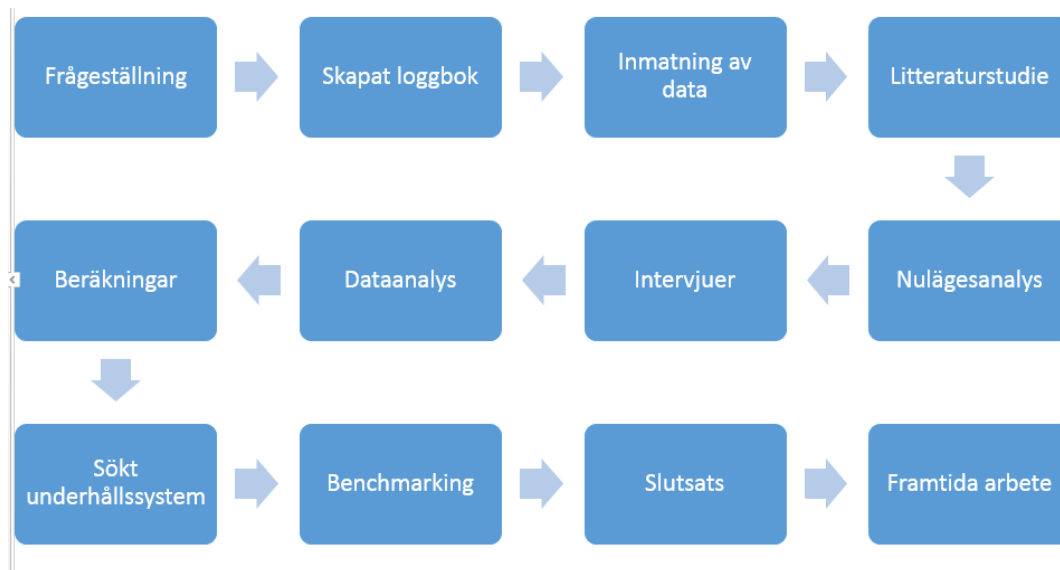
Mängden granskade felrapporter har avgränsats till 616 stycken vilka inträffat under en tidsperiod på åtta månader. Detta anses som tillräckligt många för att mönster skall kunna urskiljas från mängden och lägga grunden för studiens slutsatser.

Vidare, när utfallet från dessa felanmälningsrapporter är fastställt kommer endast de maskinerna med flest störningar att väljas ut för vidare granskning. Studien kommer inte att gå in på varför just dessa maskiner är mest olycksdrabbade utan avgränsas till att studera vilken typ av underhållsarbete som utförts.

Arbetet kommer även avgränsas till att finna och förmedla tänkbara metoder för att minska produktionsstopp samt utforma ett förslag till hur ett skräddarsytt underhållssystem kan utformas. Arbetet syftar inte till att införa dessa metoder och system på företaget under projektets löptid. Det är upp till företaget att avgöra om de vill gå vidare med föreslagna åtgärder.

2 Tillvägagångssätt

Arbetet är en empirisk studie där beslut fattats baserat på faktisk data och observationer. Övervägande antal metoder som tillämpats under studien är av kvantitativt slag där stora mängder data har insamlats och analyserats. Även kvalitativa metoder har använts i form av intervjuer och litteraturstudier.



Figur 1: Figuren visar tillvägagångssättet under arbetet

Studien har utförts enligt strukturen som bilden ovan visar och kan delas in i tre större avsnitt. Den första delen avser utformandet av en loggbok för felrapportering. Denna lägger grunden för projektets andra del där loggboken kommer användas för datainsamling och sortering av data. Under denna del genomförs arbetet med att finna metoder för att minska antalet oplanerade produktionsstopp och skapa förslag som leder till en effektivare verksamhet. Under studiens tredje och sista del genomfördes arbetet med

att undersöka olika underhållssystem samt upprätta ett förslag till hur företaget bör arbeta. Datainsamlingen under studien härstammar till stor del ifrån loggboken som utformats och de felrapporter som matats in i denna, samt de beräkningsunderlag som erhållits från företaget. Litteraturstudien som genomförts bygger till stor del på boken Underhållsteknik som ligger till grund för stora delar av teoriavsnittet [1]. Även artikel-databasen Primo användes där vetenskapliga artiklar inom områden som Lean, Total productive maintenance och underhåll söktes.

2.1 Loggbok

Genom ett möte med underhållschefen där företagets nuvarande process för felrapportering genomgicks skapades en inblick i vad en loggbok behöver innehålla och vad som kan förbättras i det dagliga arbetet. En rundvandring togs i företagets lokaler där processen och det nuvarande felrapporteringssystemet kartlades. Ett reguljärt veckomöte på underhållsavdelningen granskades även för att fördjupa uppfattningen om hur underhållsarbetet fungerar och vilka briser som råder.

För att underlätta datainsamlingen av felanmälningar beslutades att en loggbok i Excel skulle utformas. Tanken med denna loggbok är inte enbart att underlätta datainsamlingen för examensarbetet, loggboken kommer även ersätta dagens omständliga felrapporteringsprocess i företaget till dess att ett mer heltäckande system anskaffas.

För att anpassa loggboken till dess slutliga användare, underhållsavdelningen, hölls en dialog med personalen på denna avdelning under hela utformningen för att försäkra att programmet anpassades enligt deras önskemål. Tanken med detta var att det är lättare att få genomslagskraft om personalen själva känner sig delaktiga i utformningen av loggboken.

En kort introduktionsgenomgång hölls för såväl ledning som för de ansvariga på underhållsavdelningen när programmet stod färdigt. Små justeringar utfördes under resterande del av projekttiden enligt önskemål som uppkom under testkörningen av programmet.

2.2 Undersökning av underhållsarbetet

Företaget låg efter med rapporteringen sedan i augusti månad 2014, det rörde sig om ca 600 felrapporter under en tidsperiod av åtta månader. För att skapa en utgångspunkt över läget matades dessa felrapporter in i den utformade loggboken. Detta arbete utfördes på plats på företaget, det var nödvändigt då många av felrapporterna var otydligt skrivna och ibland behövde det rådfrågas vad som stod på dem.

En litteraturstudie påbörjades med avseende att skapa lärdom kring underhållsarbete, vilka standardproblem som existerar samt vilka metoder som kan tillämpas för att skapa en förbättring. Anledningen till att litteraturstudien startades redan innan nulägesanalysen påbörjades var för att skapa kännedom om vilka delar i underhållsarbetet som

vanligen orsakar problem och därmed kunna rikta analysen mot dessa områden. Litteraturstudien utfördes fortsättningsvis parallellt med studiens övriga delar, mer om uppbygget står skrivet under avsnittet Litteraturstudie.

För att skapa en uppfattning kring företagets aktuella situation utfördes en nulägesanalys. Här observerades hur dagens felåterföringssystem är utformat. Tillvägagångssättet för andra viktiga processer, så som hanteringen och beställningsproceduren av reservdelar undersöktes också. Observationerna utfördes framför allt genom att processerna studerades ute i fabriken. Intervjuer och dialoger hölls även med personalen på de berörda avdelningarna under studiens gång för att skapa en uppfattning över hur arbetet går till. För att kartlägga vilka som är de vanligaste grundorsakerna som leder till underhållsproblemen skapades ett Ishikawa-diagram.

Informationen som anskaffats genom loggboken, litteraturstudien samt intervjuerna med personalen lade grund för studiens analys- och beräkningsdel. Syftet med detta steg var att uppvisa vilka delar av produktionen som bidrar till flest fel och framförallt att utreda vilken typ av fel som utgör störst del av felen. Loggboken var till stor hjälp, den visade hur många fel respektive maskin stod för och gav även en indikation över hur nyckeltalen MTBF och MTTR såg ut för dessa maskiner. En undersökning av vilka maskiner som stod för flest antal oplanerade produktionsstopp utfördes genom att ett Pareto-diagram utformades. Även fördelningen av oplanerade stopp mellan de olika operationsgrupperna undersöktes.

För att skapa en förståelse över vad som orsakar ineffektiviteten i dagens underhållsarbete beräknades nyckeltalen MTBF, MTTR, genomsnittlig avbrottsstid samt genomsnittlig tid mellan uppkomst av fel och färdig reparation för alla maskiner i produktionen. Utefter dessa beräkningar kunde den missade produktionen på grund av oplanerade underhållsarbeten beräknas. Beräkningarna redovisades både i form av missad produktionstid och missat antal producerade enheter. Utifrån information från boken Underhållsteknik [1] beräknades hur den missade produktionen kan minskas då stora delar av det oplanerade underhållsarbetet ersätts med planerat underhåll.

För att ytterligare fördjupa kunskapen om dagens underhållsproblem beräknades en rad nyckeltal som framkommit under litteraturstudien. Dessa var bland annat hur stor andel av underhållsarbetena som var planerade respektive oplanerade. För att utföra dessa beräkningar behövde informationen som framtagits ur loggboken kompletteras med data som erhöles direkt ifrån företaget angående företagets produktionskapacitet (se bilaga C, Produktionskapacitet).

Utefter de beräkningar som genomförts beräknades hur mycket stilleståndstiderna i maskinparken kan minskas vid en ökning av det planerade underhållet. För att beräkna hur stor den missade produktionen orsakad av oplanerade produktionsstopp är genomfördes undersökningar angående vilken operation som är flaskhals i produktionen. Då flaskhalsen styr hela fabriken beräknades hur produktionsstoppen i enbart denna operation sänker hela fabriken produktion. Uträkningar utfördes även på hur

många fler enheter en minskning av oplanerade stopp skulle kunna generera samt vilka ekonomiska konsekvenser detta skulle medföra.

De mest belastade operationerna i produktionen granskades. Maskin 10042 (Automatisk paketering), 10017 (tillhörande grovbearbetningen) samt hela operationsgrupp 30 (spräckning och montering) undersöktes. För dessa maskiner skapades diagram över frekvensen på felen och vilken typ av fel som inträffade mest regelbundet (enkel karaktär respektive svårare karaktär). Den här informationen ligger till grund för beräkningar över hur mycket underhållsarbete operatörerna själva kan utföra och på så sätt minska belastningen på underhållsavdelningen.

Företagets anläggningseffektivitet (TAK/OEE) beräknades i syfte att ta reda på vilket område som är viktigast att arbeta med samt för att få ett värde på hela verksamhetens effektivitet att jämföra med efter ett genomfört förändringsarbete. För att få tillgång till de uppgifter som krävdes för denna beräkning kontaktades flera olika avdelningar på företaget.

Beräkningar utfördes på hur mycket merproduktion alla förändringar som studien härlett till skulle innebära tillsammans. Dessa utfördes på det kapacitetsunderlag som erhållits av företaget. Andelen oplanerade respektive planerade underhållsarbeten modifierades till värden som efter studiens genomförande anses högst rimliga att uppnå.

2.3 Underhållssystem

För att finna ett lämpligt underhållssystem anpassat efter företagets behov kontaktades leverantörer av olika underhållssystem. Två intressanta underhållssystem urskildes från mängden genom att de ställdes mot de krav företaget har på underhållsarbetet samt de kriterier som uppkommit under studien. Det mest lämpade systemet, Implema Easy PM, valdes ut för fortsatt granskning efter att systemens specifikationer jämförts. En telefonintervju utfördes med den produktansvarige för Implema Easy PM där mer ingående information om systemet erhöles.

För att vidare undersöka den potentiella kapaciteten av systemet utfördes en benchmarking, det vill säga en jämförelse av andra företag, på två företag som utnyttjar systemet, Familjen Dafgård respektive ESBE. Benchmarkingen genomfördes genom att kundreferenser erhöles via Implema.

2.4 Underlag för framtiden

En implementeringsplan upprättades åt företaget som var baserad på en 12-stegsmodell av TPM. Syftet med denna är att hjälpa företaget på traven med i vilken ordning delarna skall utföras för att minska risken att de tar på sig för mycket på en gång. Detta ses som ett framtida arbete och är tänkt som en naturlig fortsättning efter det att företaget anskaffat ett underhållssystem.

2.5 Litteraturstudie

Referenslitteraturen har varit till stor hjälp för att finna nödvändig information kring underhållsarbete under hela studiens gång. I arbetet med att hitta leverantörer av underhållssystem har sökmotorer och artikeldatabasen Primo använts för att hitta kundreferenser som i sin tur kunnat leda till kontakt med företagen. Såväl Implema som AM System, vilka är de system som ansetts mest relevanta hittades dock genom en Google-sökning efter ”underhållssystem”.

Ett antal artiklar har också använts, främst när mer specifik information söktes som inte funnits tillgänglig i övrig litteratur. För att finna intressanta artiklar inom rätt område har artikeldatabasen Primo använts. Primo har även använts vid sökning efter metoder och idéer angående hur företaget kan effektivisera sitt underhållsarbete, nedan följer ett urval av sökorden som använts vid artikelsökningen.

- 5S
- Improve maintenance
- 5-why
- TPM
- MTBF
- MTTR
- TAK (Engelska, OEE)

2.6 Intervjuer

Under studiens genomförande har det hela tiden pågått en dialog med såväl personalen på underhållsavdelningen samt cheferna på företaget. Stora delar av arbetet har utförts på plats hos företaget för att snabbt ha åtkomst till information när det behövdes.

Vid implementering av loggboken på företaget utfördes en form av fokusgrupp där underhållsavdelningen fick provköra loggboken och tala om vad de tyckte. Justeringar av loggbokens utförande har därefter utförts i samråd med personalen på underhållsavdelningen. Valet har medvetet tagits att inte utföra några reguljära intervjuer, istället har regelbundna dialoger utförts med personalen allt eftersom frågor uppstod. Anledningen till detta tillvägagångssätt var för att skapa en avspänd situation för personalen där de kunde pröva programmet i lugn och ro samt att eftersom arbetet till stor del utfördes på plats var det enkelt att gå ut och prata med dem när frågor uppstod [2]. Vid frågor som rört statistik, produktionskapacitet med mera för organisationen har personal på kontorsavdelningen kontaktats.

En intervju utfördes även med Johan Hedlund som är anställd på företaget Implema. Implema är ett konsultbolag som tillhandahåller ett underhållssystem. Intervjuns syfte

var att ta reda på hur en implementering av Implemas program skulle kunna påverka företagets underhållsarbete.

3 Teori

Nedan följer teorin bakom arbetet som utförts under studien. Teorin består av såväl metoder för att effektivisera arbetet på företaget som formler och diagram för att granska dagens situation i produktionen.

3.1 Huvuddelar i ett underhållssystem

Ett underhållssystem kan med fördel kombineras med diverse andra system inom företaget. Underhåll går ofta hand i hand med såväl reservdelshantering som inköpsfunktionen. Ett heltäckande system underlättar och minskar risken för fel som kan inträffa om varje funktion har sitt eget system. Nedan följer de viktigaste delarna i ett underhållssystem [1].

3.1.1 Handböcker och instruktioner

Handböcker och instruktionsanvisningar för maskinerna kan med fördel ingå i ett underhållssystem. På så sätt finns all nödvändig information som till exempel hur ett verktygsbyte går till eller var och hur ofta maskinen skall smörjas [1].

3.1.2 Maskinregister

Ett maskinregister utgör basen för hela underhållssystemet. Det ska framgå vilken typ av arbete maskinen utför. Maskinens produktionskapacitet, dagens takt och teoretiskt möjlig takt är också en lämplig funktion för att få en tydlig översikt över var i produktionen flaskhalsarna finns belägna. Diverse tekniskdata som fabrikat, servicetelefonnummer, tillverkningsår m.m. är även lämpligt för att hålla all information samlad på ett lättillgängligt sätt [1].

3.1.3 Arbetsorder

Det är inte ovanligt att underhållsavdelningen utför en stor mängd arbeten under en vecka. Det krävs att rätt personal är tillgängliga för rätt arbeten. När arbetsinsatsen väl är genomförd krävs även att arbetet loggas för att underlätta för framtida arbete. För att samla all denna information utfärdas en arbetsorder för varje utfört arbete. I denna order matas följande information in:

- Arbetsordernummer.
- Felbeskrivning.
- Vem som anmält felet och telefonnummer om personalen har personliga telefoner.

- Vilken maskin rör felet?
- Vem som har utfärdat underhållsarbetet.
- Vad som är utfärdat och varför.
- Tidpunkt för anmälan, påbörjad- samt avslutad reparation.

Även diverse underrubriker som till exempel feltyp kan anges beroende på företagets situation [1].

3.1.4 Statistik

Det är viktigt att underhållsarbetet fokuserar på de delar som kräver mest underhåll. Ett underhållssystem ska bidra med information och statistik angående vilka maskiner som havererar oftast och därmed kräver extra tillsyn av underhållsavdelningen. Statistikdelen i systemet utgör även en viktig del för företagsledningen och tillhandahåller viktig information om processens kapacitet och vad som kan utvecklas [1].

3.1.5 Reservdelshantering

Vid reparationer och underhåll krävs ofta reservdelar. Ett stort problem är när reservdelarna har tagit slut och måste beställas. I värsta fall kan detta orsaka stillestånd i hela produktionen under långa perioder. I underhållssystemet bör därför framgå såväl vilka delar som används i de olika maskinerna samt ett beställningspunktsystem som för statistik över bytesfrekvensen på reservdelar och talar om när dessa skall beställas [1].

3.2 Avhjälpande- respektive Förebyggande underhåll

Underhållsarbete består av två olika delar. Dessa är avhjälpande respektive förebyggande underhåll. Med avhjälpande underhåll avses reaktiva åtgärder, det vill säga vidtagna åtgärder för att omhänderta ett redan inträffat fel. Förebyggande underhåll syftar istället till de åtgärder som utförs för att förhindra att felen överhuvudtaget inträffar.

Det går inte att helt komma ifrån avhjälpande underhållsarbete, det går inte att tillverka verktyg som håller i all evighet. Vad man kan göra är att arbeta för att minska andelen oplanerade aktiviteter och istället utföra planerade åtgärder för att minska reparations-tiderna samt utföra förebyggande underhåll som leder till att problemen inte inträffar [1].

3.2.1 Avhjälpande underhåll

De oplanerade åtgärderna kallas ofta för akutarbete. Det finns en rad problem som uppstår vid dessa akutarbeten. Hela produktionen kan stanna vilket i värsta fall kan leda till produktionsbrist och förlorade kunder. Vid ett produktionsstopp har inte heller operatörerna något att göra, vilket leder till att onödiga utgifter för den tid då operatörerna går sysslolösa skapas. Underhållspersonalen kan dessutom bli tvungen att avbryta pla-

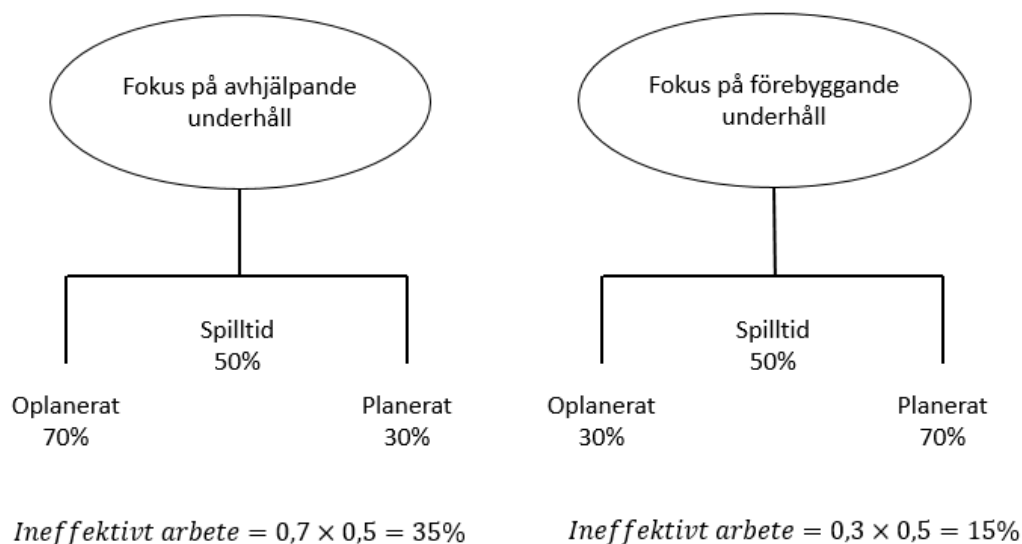
nerade underhållsarbeten för att utföra akutarbeten, vilka är av högre prioritet. Akutarbeten resulterar ofta i preliminära lösningar då felet måste åtgärdas snabbt. Det är därför väldigt vanligt att akutarbeten går sönder på nytt redan efter kort tid. Det tar dessutom längre tid att utföra ett oplanerat underhåll än ett planerat vilket resulterar i större underhållskostnader [1].

Med ovan nämnda orsaker i åtanke kan följande slutsats dras, citat ur Underhållsteknik [1], ”Därför är ett av de viktigaste målen med allt driftssäkerhetsarbete att alla betraktar ett akutarbete som ett misslyckande, och hjälps åt att se till att det aldrig inträffar igen.”.

Istället för att operatörerna tar rast vid ett avhjälpande underhåll är det lämpligt att personen närvarar under tiden underhållsarbetet utförs. Det finns en rad skäl till detta:

- Ett bredare samarbete mellan avdelningarna upprättas.
- Det möjliggör en diskussion kring hur felet kan undvikas i framtiden.
- Operatörerna får grundläggande utbildning i underhållsarbete, mycket av det arbete underhåll utför skulle kunna utföras av en erfaren operatör. I synnerhet om handböcker finns tillgängliga i underhållssystemet.

Oplanerat underhållsarbete påbörjas sällan direkt då felet inträffar, det är vanligt att cirka hälften av avbrottstiden består av väntan (spilltid). Det gäller således att göra om oplanerade produktionsstopp till planerade stopp. Vid ett planerat stopp vet man redan innan om vad som skall åtgärdas och arbetet kan påbörjas direkt när maskinen stoppas. Nedanstående figur exemplifierar hur det ineffektiva underhållsarbetet minskas med 57 % (35 % - 15 %) då mängden oplanerat underhållsarbete minskas från 70% - 30%. Som synes är det viktigt att sträva efter så lite oplanerade stopp som möjligt.



Figur 2: Egen tolkning av bild ur boken Underhållsteknik [1].

Ibland kan det upptäckas att en maskin är på väg att haverera eller att produktionen närmar sig en kvalitetsstyrgräns så att en åtgärd måste utföras, men felet behöver inte nödvändigtvis vara akut. I dessa lägen kan åtgärden planeras till att utföras i samband med ett kommande naturligt stopp så som maskinomställning, verktygsbyte eller personalbyte [1].

3.2.2 Förebyggande åtgärder

I arbetet med förebyggande åtgärder ingår följande:

- Maskiner ska underhållas på rätt sätt och tillräckligt ofta.
- Motverka kedjereaktioner av fel genom att förhindra uppkomsten av de tidigaste felen.
- Höja kvaliteten på producerade varor.
- Skär och andra detaljer som regelbundet måste bytas ska bytas innan de orsakar haverier.

Förebyggande underhåll delas in i direkt och indirekt arbete. Det direkta arbetet avser maskinvård av olika slag så som smörjning och rengöring. Dessa åtgärder åstadkommer en effekt direkt. Indirekta åtgärder visar inte alltid resultat direkt utan utförs ofta som en åtgärd för att förhindra uppkomsten av fel som annars skulle kunna inträffa. Det kan till exempel vara inspektioner och skifte av slitdetaljer som borr eller skär.

För att få bra översikt av produktionen och snabbt uppfatta händelser som kan orsaka allvarliga fel är daglig tillsyn en bra metod. Daglig tillsyn kan utföras av antingen operatörerna själva eller av underhållsarbetarna. Arbetet går ut på att dagligen kontrollera maskinerna och hålla utkik efter oroväckande beteende. Det är viktigt att såväl titta, lyssna och känna på maskinerna under detta arbete. Onormala vibrationer och skakningar eller ett ljud man inte brukar höra behöver undersökas och kan resultera i att fel som annars skulle inträffat inte inträffar [1].

3.2.3 Vinster med förebyggande underhåll

Om ett väl utformat förebyggande underhållsarbete utförs kan följande vinster uppnås:

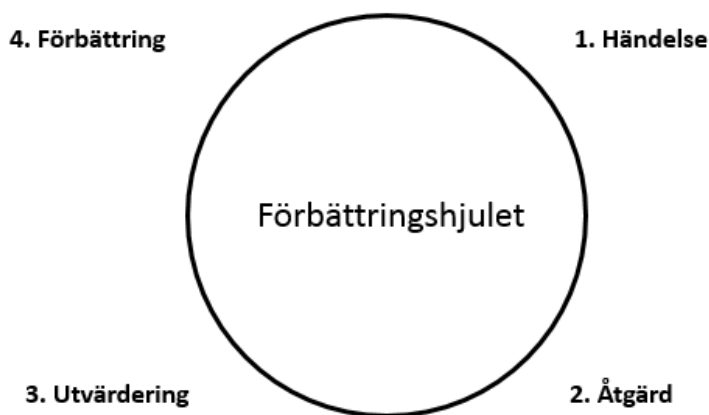
- Mindre oplanerade arbeten, vilket resulterar i mindre spilltid.
- Bättre översikt över förbrukningen av reservdelar, vilket resulterar i att lagerhållningen kan minskas och således även kapitalbindningen.
- Minskat slitage av maskiner
- Mindre avbrottstid, vilket ger mer tid för maskinerna att producera och bättre produktivitet.
- Bättre kvalitet på produkterna då en väl underhållen maskin bättre håller toleranserna.

3.3 Systematiserat underhåll

Det är viktigt att ett underhållsarbete utförs på ett systematiskt och genomtänkt sätt och inte enbart ses som en metod för att reparera uppkomna problem. Underhållsarbete ses allt för ofta som en reaktiv åtgärd och även på företaget för denna studie utgörs en stor del av underhållsarbetet av just reparationer av oplanerade stopp. I boken Underhållsteknik finns en lag som säger följande, ”Varje behov av akuta reparationer är ett bevis på att underhållsarbetet har misslyckats?” [1].

”Att arbeta med underhåll innebär att rätt sak skall göras på rätt sätt, i rätt tid, av rätt person.” [1]. På ett tillverkande företag finns det stora mängder information kring hur de olika maskinerna skall underhållas. Det krävs ett omfattande system för att tillhandahålla all information och uppnå ett effektivt underhållsarbete.

För att uppnå framsteg och utveckla verksamheten är det viktigt att jobba med ständiga förbättringar och att basera beslut på fakta. Ett effektivt systematiserat underhåll bidrar till ständiga förbättringar om arbetet utförs på rätt sätt, se figur 1.



Figur 3: Figuren visar en egen tolkning av förbättringshjulet i boken Underhållsteknik. [1]

Förbättringshjulet tillämpas enligt följande:

1. En händelse inträffar och rapporteras.
2. Händelsen åtgärdas, det kan till exempel röra sig om ett fel i en maskin som lagas.
3. Vid utvärderingen skall såväl händelsen som åtgärden undersökas. Varför inträffade händelsen? Tillämpa gärna 5-varför för att gå till grunden med problemet. Var åtgärden en tillfällig eller permanent lösning? Kan något göras för att hindra att grundorsaken inträffar igen?
4. Tillämpa lärdomarna från föregående steg och utför förbättringar av befintliga rutiner för att motverka att händelsen inträffar igen.

Företaget jobbar idag aktivt med de två första stegen att rapportera vilka fel som inträffar och vilken åtgärd som är utförd. Visst arbete pågår även kring utvärderingen, men här finns stora brister. Företaget ligger till exempel drygt ett halvår efter i arbetet med

att granska felrapporterna, vilket leder till att det tar lång tid innan ett återkommande fel över huvud taget blir känt. Tiden innan en förbättringsåtgärd kan utföras blir än längre [1].

3.4 Total productive maintenance

Total productive maintenance (TPM) är en filosofi där underhållsarbetet ligger till grund för att effektivisera verksamheten. Tanken är att så stora delar som möjligt av underhållsarbetet skall utföras av operatörerna själva samt att operatörer och underhållsavdelning skall arbeta närmre varandra. Det finns flera svenska översättningar till TPM, enligt boken Kvalitet från behov till användning, är ”*offensiv kvalitetsutveckling*” den bästa översättningen [3].

Idén bakom TPM härstammar från USA, men det var först när den tillämpades i Japan som den fick sin stora framgångar. I dagsläget är metoden varumärkesregistrerad av Japan Institute of Plant Maintenance och följer en strikt regelbok [1].

Det har visat sig att många företag har svårigheter att lyckas med införandet av TPM. Det är till exempel vanligt förekommande att engagemanget brister från antingen ledning eller personalen vilket ofta leder till att TPM-arbetet ebbar ut. Nedan följer några saker som är extra viktiga att tänka på för att åstadkomma ett lyckat införande av TPM enligt artikeln ”*The Three-stage Method for Chinese Enterprises to Deploy TPM*” [4].

Artikeln påpekar att det finns fem viktiga komponenter att uppfylla inom TPM:

- Förebyggande underhåll: Motarbeta att fel överhuvudtaget inträffar.
- Förutspå maskinens livstid och beräkna livscykelkostnaden samt hur mycket underhåll som kommer behöva utföras under livstiden.
- Korrigering underhåll: Efter att ha utfört ovanstående punkt, arbeta för att korrigera och ändra maskinen så att de förutspådda felen inte inträffar och för att komponenterna skall hålla längre. Sträva efter ständiga förbättringar.
- Motverkande underhåll: Minimera maskinernas förslitning genom att schemalägga underhållsarbete vilket minskar haverier. Detta är en nyckelprocess i TPM.
- Självstyrande underhåll: Operatörerna skall involveras i underhållsarbetet. De skall utbildas tillräckligt för att kunna ta itu med de enkla underhållsarbetena (se nedanstående figur) [4].

Fördelning av underhållsarbeten



Figur 4: Egen tolkning av bild ur boken *Underhållsteknik* [1].

Ovanstående figur visar en vanlig fördelning av underhållsarbetena i en tillverkande industri [1]. De enkla arbetena står ofta för ca 60-70% av allt underhållsarbete. Arbetsuppgifterna vid enkelt underhåll består av till exempel smörjning, justering och lättare komponentbyten som enkelt kan göras med hjälp av en manual. Dessa arbetsuppgifter bör utföras av operatörerna själva istället för av Underhållsavdelningen, på så sätt kan de ägna sin tid åt att arbeta med ständiga förbättringar samt att åtgärda mer komplicerade underhållsåtgärder.

5S som förklarades i ett senare teoriavsnitt är en grundsten för att lyckas med TPM, har man inte erfarenhet av 5S bör man inte starta ett TPM-arbete utan först utveckla företaget med hjälp av 5S. Anledningen till detta är att TPM bygger på ordning och reda, något som 5S bidrar med. En stor del av TPM handlar om att hålla rent kring maskinerna för att underlätta för underhållsarbetet och göra det enklare att upptäcka fel, med en för övrigt stökig arbetsplats blir det svårt att få personalen att hålla rent i maskinerna. Har man genomfört ett lyckat 5S arbete visar organisationen även att de kan arbeta disciplinerat, då är chanserna goda att de även lyckas implementera TPM.

Vid införande av TPM skall man inte ha för bråttom, det tar ofta 3-5 år innan metoden är helt implementerad i företaget. För att hålla drivkraften uppe under denna period bör ett TPM team skapas. Detta team skall bestå av 5-9 medlemmar som representerar olika delar av verksamheten. Teamet har till uppgift att driva arbetet framåt och se till att arbetet inte ebbar ut. Teamet ansvarar även för att utföra en noggrann planering över hur arbetet skall gå till innan det startas [4].

3.5 MTBF

MTBF står för Mean time between failure, vilket betyder genomsnittlig tid mellan fel (aktiv tid), med andra ord är det den genomsnittliga tiden maskinen körs mellan uppkomsten av fel. MTBF beräknas enligt följande:

$$MTBF = \frac{\sum \text{Aktiv tid}}{\text{Antal fel}}$$

[5]

3.6 MTTR

MTTR står för Mean time to repair, vilket betyder genomsnittlig reparationstid. Det vill säga den genomsnittliga tiden det tar från och med ett inträffat fel till dess att felet är lagat och maskinen är igång igen.

$$MTTR = \frac{\sum \text{Reparationstider}}{\text{Antal fel}}$$

[5]

3.7 Anläggningseffektivitet TAK-faktorn

TAK-faktorn, på engelska kallat overall equipment efficiency (OEE) är ett mått på anläggningseffektiviteten och den används som ett mått för att bedöma hur effektivt företaget är ur ett helhetsperspektiv. TAK står för följande:

- T- Tillgänglighet: Den totala tid som avsats för produktion kallas produktions-tid. Maskinerna i produktionen måste dock stannas ibland, dels för planerade underhåll som till exempel rengöring, men även vid oplanerade underhållsarbete som till exempel ett maskinhaveri. Den tillgängliga tiden fås genom följande formel:

$$T = \frac{\text{Tillgänglig tid}}{\text{Produktionstid}}$$

- A- Anläggningsutbyte: Maskinerna körs sällan till sin fulla kapacitet, det finns allt som oftast en flaskhals som hämmar de övriga maskinernas produktion. Anläggningsutbytet är ett mått på hur stor andel av den teoretiskt möjliga produktionsmängden som utnyttjas.

$$A = \frac{\text{Verklig produktionsmängd}}{\text{Teoretisk mängd}}$$

- K- Kvalitetsutbyte: Kvalitetsstörningar leder till att vissa produkter inte håller måttet och måste omarbetas eller kasseras. Kvalitetsutbytet fås genom följande formel.

$$K = \frac{\text{Antal godkända produkter}}{\text{Producerade produkter}}$$

Anläggningseffektiviteten fås till sist genom att multiplicera faktorerna med varandra [1], [6].

3.8 5S

5S är en del av det japanska konceptet kring ständiga förbättringar (Kaizen). Med hjälp av 5S är målet att effektivisera processen genom förhållandevis enkla åtgärder som syftar till att skapa ordning och reda. De svenska översättningarna på de fem japanska stegen är många, nedan visas en vanlig tolkning.

- Sortera
- Strukturera
- Städa
- Standardisera
- Skapa vana

Till att börja med skall allt som inte används eller behövs slängas, det är meningslöst att fylla arbetsytor med såväl kontorsmaterial som stora maskiner om de inte utnyttjas. När organiserade arbetsmetoder införs ska dessa standardiseras för att möjliggöra för den sista punkten ”Skapa vana”, här gäller det att bibehålla den uppnådda förändringen. Detta är måhända det mest kritiska steget. Det är lätt att städa arbetsplatsen men ofta återgår ordningen till det normala tillståndet snabbt om man inte är nog med det sista steget. Då är arbetet ogjort och det kan vara svårt att få personalens engagemang att pröva metoden en gång till [7].

5S är inte så lätt att införa som man först kan tro. I artikeln *Quality improvement supported by 5S* [8] har ett flertal företag studerats kring dess arbete med 5S. Nedan följer ett antal faktorer som dessa företag anser ligger till grund för ett lyckat införande av 5S.

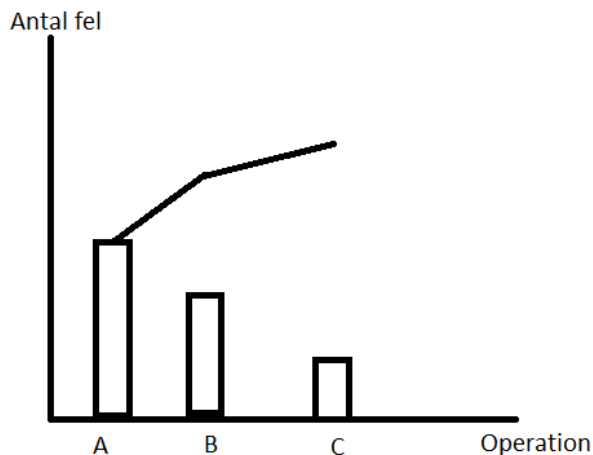
- Utbilda hela personalstyrkan i 5S och filosofins innebörd innan införande. Det är viktigt att förklara varför företaget väljer att genomföra metoder och vilken nytta det är tänkt att generera.
- Ledningen måste tro på iden, annars kommer aldrig den övriga personalen tro på det och arbetet kommer ebba ut snabbt.
- Fokusera på ständiga förbättringar och arbeta ständigt för att ytterligare utveckla organisationen.
- Mät vilka förbättringar som uppnås genom 5S-arbetet och visa det för personalen. Det ger en positiv effekt och underlättar för fortsatta framgångar [8].

3.9 Kaizen

Kaizen är ett japanskt uttryck som syftar till att företaget alltid skall sträva efter ständiga förbättringar. När förbättringsarbeten genomförts skall arbetet inte sluta där, istället skall det finnas en strävan efter att utvecklas ännu mera [3].

3.10 Paretdiagram

Ett paretdiagram är en effektiv metod för att välja vilka problem som ska åtgärdas först. Diagrammet fungerar på så sätt att mätvärdena sorteras i sjunkande ordning efter hur stor påverkan de har. Nedanstående figur exemplifierar ett paretdiagram över hur många produktionsfel som inträffar under 3 olika operationer. Staplarna visar hur många fel respektive operation står för. Ovanför staplarna visas den totala andelen fel som operationen och operationer med fler fel står för sammanlagt. Detta visas i form av en linje som växer allt eftersom fler operationer beaktas.



Figur 5: Paretdiagram

Resultatet av ett paretdiagram blir ofta att ett fåtal händelser sticker ut och står för merparten av felen. Detta faktum är känt som 80-20-regeln, vilket avser att 80 % av felen härstammar från 20 % av händelserna [3].

3.115-Varför

5-varför är ett vanligt verktyg inom Lean-filosofin och härstammar från Toyota som så många andra förbättringsmetoder. 5-varför går ut på att när ett fel inträffar skall frågan ställas, varför inträffade det här felet? När svaret på denna fråga hittats skall man återigen ställa sig frågan varför detta i sin tur inträffat. Denna procedur upprepas ända tills grundorsaken till problemet påträffas. I många fall visar det sig att grundorsakerna är något helt annat än vad man associerar till det inträffade felet, det är oftast bara symptomen till problemet som visar sig. Genom att åtgärda grundorsakerna till felen förebygger man uppkomsten av nya fel. Ett vanligt fel i dagens industrier är att man enbart fokuserar på att lösa felen och inte grundorsakerna. Även om det tillfälligt löser problemen så kommer produktionen inte förbättras, nya fel kommer ständigt att dyka upp [9].

3.12 Lean

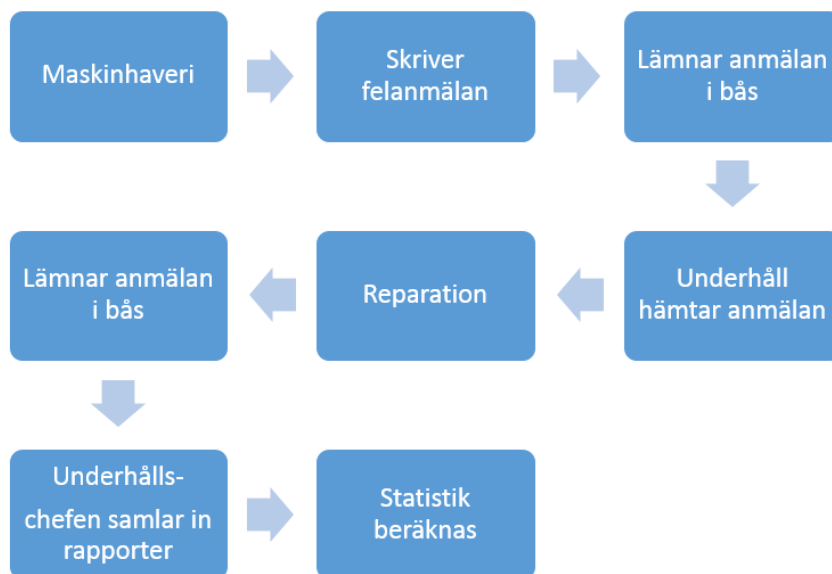
”Lean är, kortfattat uttryckt, en verksamhetsstrategi som prioriterar flödeseffektivitet framför resurs-effektivitet” [10].

Lean är en filosofi med ursprung från Toyota i Japan. Som citatet ovan nämnde handlar Lean till stora delar om att arbeta flödeseffektivt, det vill säga ägna fokus till flödet och anpassa företagets resurser efter flödet och inte tvärt om. Lean-filosofin består av 14 principer som talar om hur företaget bör bedrivas för att uppnå hög effektivitet. Lean är idag ett väletablerat arbetssätt som återfinns på många företag runt om i världen.

4 En analys av nuläget

Företaget behöver ett verktyg som förbättrar dagens underhållsarbete och underlättar arbetet med att hitta de orsaker som leder till mest störningar i produktionen. Följande kapitel uppvisar de analyser som utförts under studiens gång samt vilka resultat dessa analyser bidragit till. Kapitlet omfattar loggboksutformandet, datainsamling, beräkningar, undersökta underhållssystem samt beräknad förbättringspotential.

Felåterföringssystemet som användes innan projektets uppstart för uträkning av MTBF och MTTR uppfattades av de parter som använde det som fungerande men otroligt tidskrävande. Processen utfördes enligt följande steg:



Figur 6: Processflöde över felanmälningsproceduren som rådde vid uppstarten av projektet.

1. Ett produktionsstopp inträffar vid någon av företagets 70 operationer.
2. Operatören fyller i en blankett (se bilaga B, Felanmälnansblankett) och anger när problemet inträffat, i vilken operation, vem som är operatör och vad som har inträffat.
3. Operatören går till ett bås mitt i fabriken och placerar felrapporten i ett fack.

4. Underhåll tillkallas och hämtar felrapporten. De utför sedan nödvändiga åtgärder och fyller i när reparationen startade, när den slutfördes och vad som är utfört.
5. Därefter placeras rapporten återigen i ett fack för utförda arbeten i båset.
6. Underhållschefen samlar in felrapporterna ungefär en gång i veckan och matar in dem i ett Excelprogram. Denna process är ofta utdragen. Då examensarbetet påbörjades låg företaget 6 månader efter i inrapporteringen, vilket motsvarade omkring 400 felrapporter som låg på underhållschefens skrivbord i en stor hög.
7. Vid behov räknar underhållschefen ut berörda nyckeltal manuellt i Excelprogrammet.

Ett annat problem är att ursprungsfilen som användes för att föra statistik var uppdelad i en flik för varje operation. Det gör att det är svårt att få en överblick över filen och behöver MTBF beräknas krävs det att ett omfattande samt tidskrävande arbete utförs. Riskerna för felaktiga inmatningar var också mycket stor.

Ovanstående tillvägagångssätt involverar många parter och allt arbete är dubbelarbete eftersom det både skrivs för hand och på dator. Enligt boken *The Toyota Way* [11] finns det 14 grundprinciper att följa för att lyckas jobba på ett enligt Lean framgångsrikt sätt. Tillvägagångssättet som företaget tidigare använt uppfyller inte fyra av dessa principer, nämligen:

- *"Skapa kontinuerliga processflöden som för upp problemen till ytan"* – Som det är idag förs ingen genomgående statistik kontinuerligt. Återkommande problem hittas enbart när de bestämmer sig för att granska data på egen hand. Ett automatiskt system som ständigt påvisar varningssignaler saknas.
- *"Jämna ut arbetsbelastningen (Heijunka)"* – När man bestämmer sig för att beräkna nyckeltal som MTBF eller MTTR krävs ett omfattande arbete. Ibland kan det krävas att man snabbt uppvisar dessa nyckeltal, exempelvis i samband med ISO-certifieringskontroller. Ett program som automatiskt förde statistik eller åtminstone underlättar detta arbete skulle bidra till en utjämnad arbetsbelastning.
- *"Lägg standardiserade arbetsätt till grund för ständiga förbättringar och personalens delaktighet"* – Vill företaget utvecklas och minska sina problem med oplanerade produktionsstopp måste processen för att finna och utvärdera fel standardiseras. "5 varför" är här en metod som kan komma väl till pass.
- *"Använd visuell styrning så att inga problem förblir dolda"* – Det ska tydligt framgå när problem uppstår och vad orsaken är, även med denna aspekt som utgångspunkt är det önskvärt med ett program som automatiskt för statistik och larmar vid återkommande fel eller andra mönster.

Dessa principer har tagits i beaktande vid utformandet av en loggbok för felrapporteringen. Andra faktorer som spelat stor roll vid utformningen av loggboken är:

- Med hjälp av loggboken skall de operationer som står för flest och längst stopp kunna identifieras.
- Minska mängden onödigt arbete. Felrapporteringen ska skrivas direkt i datorn.
- Öka användarvänligheten. Underhåll och produktion ska enbart behöva arbeta i en flik i Excel, inte använda en flik för varje operation som tidigare.
- Övergripande och viktiga nyckeltal som MTBF och MTTR för varje operation skall räknas ut automatiskt.
- Nyckeltalen ska vara tydligt visualiserade för alla berörda parter som behöver se dem.
- Möjlighet till sökning och sortering av olika delar i produktionen.
- Programmet ska underlätta för Underhåll att räkna ut specifika nyckeltal för till exempel en serie av operationer.
- Programmet ska främja ett standardiserat arbetssätt [11].

4.1 Loggboken som utformats i projektet

Loggboken som utformats för det här arbetet är skapad för att främja användarvänlighet och minska tidskrävande arbete. Grundtanken är att flytta över arbetet med att föra in rapporterna i ett digitalt system från underhållschefen direkt till de som arbetar på underhåll. Loggboken skall erbjuda underhållschefen översikt över arbetet och snabbt ge signaler på om en operation ådrar sig mer underhållsarbete än vanligt. Loggboken ses som ett första steg i utvecklingen av ett helt underhållssystem och tanken är att den skall användas till dess att företaget är redo att implementera ett genuint underhållssystem.

Loggboken används idag på företaget av underhållsavdelningen. Användningen är ännu inte helt optimerad då operatörerna på golvet fortfarande gör en felanmälan på en pappersblankett. Men mycket arbetstid har sparats in genom att underhåll skriver in sina åtgärder direkt i loggboken. Underhållschefen kan numera fokusera på att utvärdera informationen istället för att mata in den.

Nedan visas en bild på loggboken. Underhållsarbetarna behöver aldrig bläddra mellan olika flikar utan håller sig alltid i fliken "Underhåll". Övriga delar av loggboken presenteras i bilaga A, Underhållsloggbok.

Underhållsloggbok:						
Anmält kl. Ex: 2013-02-08 00:12	Maskin:	Felbeskrivning	Påbörjad reparation Ex: 2013-02-08 00:12	Avslutad reparation Ex: 2013-02-08 00:12	Vilken åtgärd utfördes för att lösa problemet	
2014-07-13 10:30	10011	Sensor löser ut vid varje laddning	2014-07-13 11:00	2014-07-13 11:45	Bytt en felaktig sensor och två reflexer	
2014-08-07 08:00	10005	Lammr nödstopp kan inte återställas	2014-08-11 07:00	2014-08-11 08:00	Inget program i datan. Laddat nytt. Slavmodul kass på PLC:n Bytt modul	
2014-08-07 09:00	10017	Mätmaskinen orkar inte höja och sänka sig själv, dåligt lufttryck	2014-08-11 09:30	2014-08-11 13:00	Justerat strypventiler, cylinder plus smörjt.	
2014-08-11 11:40	10016	Maskinen löser ut i y-rörelse. Larm finns nedskrivna vid maskinen.	2014-08-11 11:50	2014-08-11 12:10	Bytt reglerkort y-axel	
2014-08-11 17:00	10020	Fuktsensor löst ut	2014-08-11 18:30	2014-08-11 19:00	Demonterat och gjort rent fuktsensorn	
2014-08-12 04:15	10013	Dörr kass	2014-08-12 06:15	2014-08-12 07:45	Bytt löphjul bak	
2014-08-12 06:00	10006	Utbana fastrat igen	2014-08-12 06:00	2014-08-12 08:45	Bytt 2st länkar	
2014-08-12 07:30	10042	Lansen i tvätten krockar med vevstaken.	2014-08-12 07:35	2014-08-12 08:00	Justerat lansen	

Figur 7: Utdrag ur loggbok för felrapportering.

Den nya processen för felanmälan på företaget har följande steg:

1. Ett fel inträffar i produktionen.
2. Operatören fyller i en felanmälan och lämnar den i samma bås som tidigare.
3. Personal från underhållsavdelningen tittar på problemet och utför åtgärder. Därefter går de direkt till en dator och matar in vad som inträffat och vilken åtgärd som är utförd i programmet.
4. Programmet räknar automatiskt ut MTBF och MTTR som finns tillgängligt när företaget behöver det.

4.2 Datainsamling av felanmälningsrapporter

Under arbetet med att utvärdera vilka delar av produktionen som bidrar till flest oplanerade underhållsarbeten granskades totalt sett 616 felanmälningar som rapporterats under perioden augusti 2014 – mars 2015. Rapporterna har matats in i ovanstående loggbok vilket underlättade vidare beräkningar och utvärderingar.

Loggboken har vidare utnyttjats i syfte att finna vilka delar i processen som kräver mest underhåll samt ifall några mönster på vanligt förekommande fel kan urskiljas. Merparten av studiens beräkningar utförs på data ifrån denna loggbok och beräknade nyckeltal baseras på den tidsperiod som denna loggbok avser.

Utöver loggboken har mer data erhållits direkt ifrån företaget. Denna data innehåller information om produktionskapacitet, takt, hur stor del av underhållsarbetet som är planerat respektive oplanerat. Denna information har använts vid ett flertal av denna studies beräkningar.

	Op.10	Op.20	Op.25	Op.30	Op.40	Op.50	Op.60
Teknisk kapacitet	180	145	150	124	140	120	150
Planerade stopp	5	10	10	5	5	5	5
Oplanerade stopp	10	25	20	15	25	5	20
Verklig output per timme	165	110	120	104	110	110	125

Tabell 1: Tabell över företagets kapacitet och andel planerade respektive oplanerade stopp i olika operationer.

4.3 Reservdelshantering

En process som går hand i hand med underhållsarbetet är hanteringen av reservdelar. Processen är idag omständlig och involverar flera olika personer från dess att en reservdel tas ur lagret till dess att en ny beställs. Proceduren går till enligt följande:

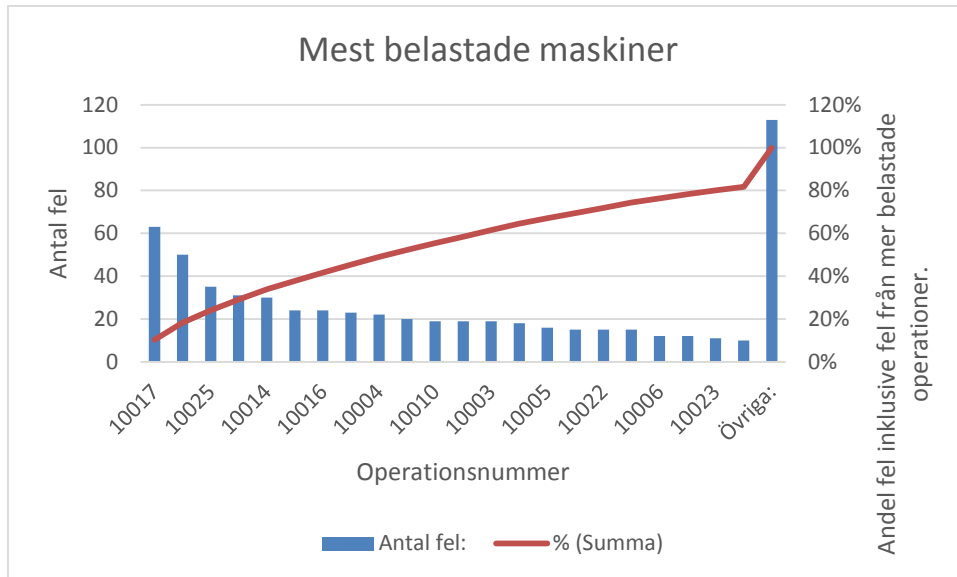
1. När en reservdel behövs hämtas denna på reservdelslagret.
2. Personen som hämtar delen antecknar manuellt på en lista vilken del som han hämtat.
3. En administrationsanställd på kontoret hämtar listorna med uttagna reservdelar två gånger dagligen.
4. Efter att ha hämtat listorna förs artikelnummer och kvantiteten in i företagets SAP-system. Det är viktigt att artikeln här kopplas till rätt lagerplats.
5. Företagets inköpsansvarige tar sedan över genom att kolla vilka produkter som nått satta beställningspunkter.
6. Alla produkter som nått beställningspunkten beställs genom att en beställningsorder läggs i SAP. Denna order måste sedan manuellt sparas på datorn och skickas via e-post till rätt leverantör. Ett förfarande som är mycket omständligt och på grund av den mänskliga faktorn ofta resulterar i att fel beställning skickas till fel leverantör eller att beställningen till och med missas att skickas till leverantören.

4.4 Beräkningar

Nedan följer resultaten från studiens beräkningar och uppvisar situationen som råder på företaget i dagsläget. Merparten av beräkningarna grundas på data som samlats in med hjälp av loggboken under åtta månaders produktionstid.

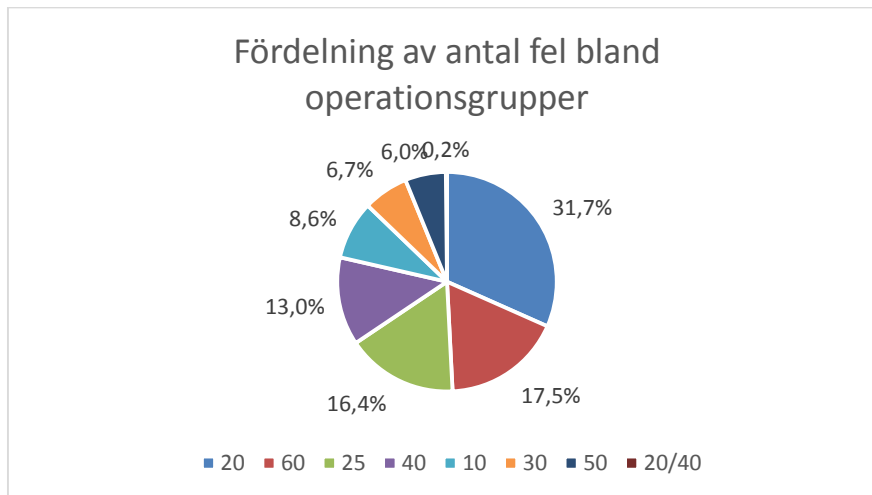
4.4.1 Mest underhållsbelastade operationer

Av de 72 maskinerna som används på företaget visade det sig att 22 maskiner (31% av maskinparken) står för 82% av felen. Av dessa står nio maskiner (13% av maskinparken) för betydligt fler felrapporter än de övriga. Dessa nio maskiner står för hela 49%, det vill säga nästan hälften av antalet rapporterade fel. Nedanstående figur uppvisar ovanstående resonemang i form av ett Pareto-diagram.



Figur 8: Pareto-diagram över antalet fel per maskin.

Operation 20 (grovbearbetning) står för hela 31,7% av felen och är därmed mest belastad av produktionsstopp. Nedanstående cirkeldiagram uppvisar fördelningen av oplanerade produktionsstopp bland de olika operationerna, varje operation består i sin tur av ett flertal olika maskiner.



Figur 9: Cirkeldiagram över vika operationsgrupper som står för mest felrapporter.

4.4.2 Missad produktion

	MTBF (Timmar)	MTTR (Timmar)	Avbrotts-tid (Timmar)	Tid mellan fel och påbörjad reparation (Timmar)
Median	151	0,67	1,42	0,33
Medelvärde	319	1,72	9,57	7,84

Tabell 2: Tabell över medel- och medianvärdet för MTBF, MTTR, avbrottstiden samt den tid som passerar mellan uppkomst av fel och påbörjad reparation.

Tabellen uppvisar medel- och medianvärdena för fyra nyckeltal i produktionen på företaget. Medianvärdena uppvisar betydligt lägre värden än medelvärdet på grund av att vissa av felrapporterna härrör ifrån fel som varat under en lång tidsperiod. Men det är också ett tecken på att merparten av värdena är låga, men vägs upp av vissa betydligt längre perioder.

MTBF-värdet på 319 timmar är oroväckande lågt. Det innebär att maskinerna på företaget i genomsnitt drabbas av ett oväntat produktionsstopp var trettonde dag. Det kan tyckas lite, men med tanke på att företaget utgörs av 72 maskiner motsvarar det i snitt 5 oplanerade stopp om dagen i fabriken. Vidare kan vi konstatera att den genomsnittliga avbrottstiden enligt medianvärdet är 1,42 timmar. Med avbrottstid avses den tid maskinen inte producerar några enheter.

$$\text{Felfrekvens per maskin} = \frac{319}{24} \approx 13 \text{ dagar mellan fel}$$

$$\text{Antal stopp i fabriken per dag} = 72 \div 13 \approx 5 \text{ fel/dag}$$

$$\frac{\text{Avbrottstimmar}}{\text{år}} = (5 \times 1,42) \times 340 = 2414$$

Vid en produktion på 340 dagar per år motsvarar detta 2414 avbrottstimmar per år. Notera att detta är oplanerade produktionsstopp, alltså tid maskinerna står stilla utöver planerat underhållsarbete. Företaget har en takt på 94 enheter i timman och fabriken är i gång 168 timmar i veckan nästan hela året runt.

$$\begin{aligned} \text{Missad produktion (räknat i antal producerade produkter per år)} \\ = 2414 \times 94 = 226\,916 \end{aligned}$$

Den missade produktionen på grund av oplanerade produktionsstopp är alltså drygt 225 000 enheter per år. Notera dock att denna siffra baseras på en produktion utan buffertlager där hela produktionen står stilla om en maskin står stilla. Antalet är att uppfattas som ett teoretiskt mått på den missade produktionen.

Enligt företagets egna beräkningar på maskinparkens kapacitet och andel oplanerade respektive planerade stopp kunde följande genomsnittsvärden för alla maskiner tas fram (se bilaga C, Produktionskapacitet).

- Bortfall av produktionskapacitet på grund av planerade samt oplanerade stopp: 16 %
- Andelen av stoppen som var av oplanerat slag (akutåtgärder): 73 %
- Spilltiden det vill säga väntetiden mellan stopp och påbörjad reparation är cirka 50 % av avbrottstiden.

Som nämndes under avsnittet avhjälpande underhåll kan hela 57 % av den ineffektiva stilleståndstiden där den havererade maskinen bara står och väntar på underhåll elimineras om mängden oplanerade underhåll minskas från 70 % till 30 % [1]. I företagets fall skulle detta innebära att hela 570,9 produktionstimmar kan sparas vid motsvarande minskning av oplanerat underhåll.

73% oplanerat stillestånd, 50% spiltid: $0,73 \times 0,5 \times 2655,4 = 969,2h$

30% oplanerat stillestånd, 50% spiltid: $0,3 \times 0,5 \times 2655,4 = 398,3h$

Besparad stilleståndstid: $969,2 - 398,3 = 570,9h$

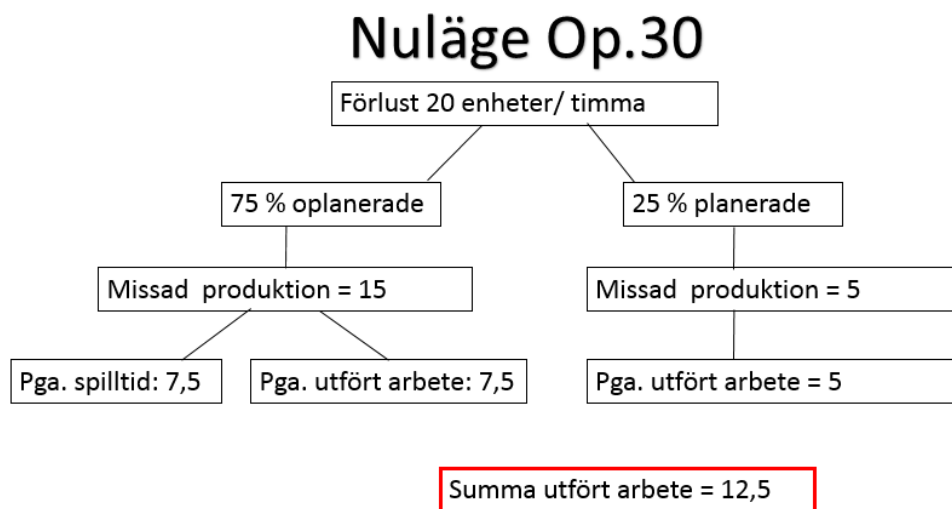
	Op.10	Op.20	Op.25	Op.30	Op.40	Op.50	Op.60
Teknisk kapacitet	180	145	150	124	140	120	150
Planerade stopp	5	10	10	5	5	5	5
Oplanerade stopp	10	25	20	15	25	5	20
Andel oplanerade stopp	67%	71%	67%	75%	83%	50%	80%
Förlust pga. spill ca 50% av oplanerade stopp	5	13	10	8	13	3	10
Verklig output per timme	165	110	120	104	110	110	125

Tabell 3: Tabell över dagens produktionskapacitet angett i enheter/timme.

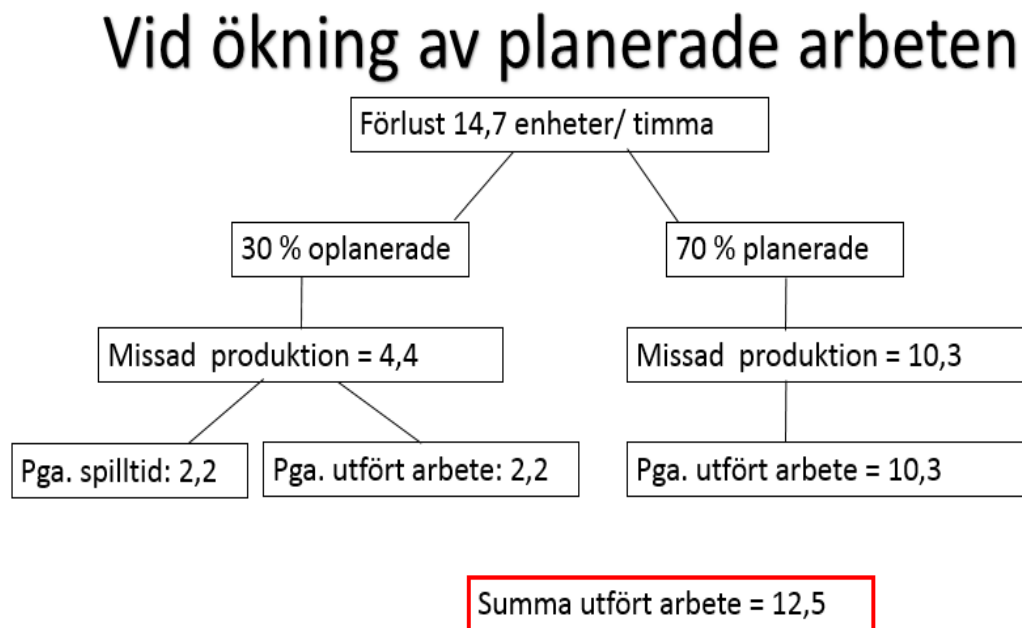
Op.30 är produktionens flaskhals och styr därmed produktionskapaciteten i hela fabriken. Varje timma förloras 20 enheter på grund av stopp, vilket motsvarar 163 200 enheter per år.

Missad produktion pga. stopp = $20 \times 24 \times 340 = 163\,200$ enheter/år

Det är omöjligt att helt komma ifrån att maskinerna stoppar. Varje timma förloras dock 15 producerade enheter i OP.30 på grund av oplanerade stopp. Hälften av dessa, det vill säga 7,5st per timma beror på spiltiden som uppstår när maskinen väntar på oplanerat underhåll. Om det oplanerade underhållet minskas från 75 % till 30 % enbart i denna operation kommer spiltiden enbart innebära en förlust på 2,2 stycken enheter i timman. Med andra ord skulle denna minskning av oplanerade stopp resultera i att den verkliga outputn ökar med drygt fem enheter i timmen till en nivå på 109 enheter per timma. Nedanstående bilder exemplifierar detta.



Figur 10: Fördelningen av produktionsbortfall i Op. 30



Figur 11: Fördelningen av produktionsbortfall i Op. 30 efter en ökning av planerade arbeten

Som figurerna ovan visar så blir det utförda arbetet detsamma, men spiltiden minskar från 7,5 till 2,2 vilket resulterar i att mängden producerad enheter ökas. En ökad takt i flaskhalsen resulterar i en ökad total produktionsmängd. Fem extra enheter i timman resulterar i en ökad årsproduktion på omkring 40 800 enheter. Vilket motsvarar uppskattningsvis 10,5 miljoner kronor i ökade intäkter.

Potentiell ökning av produktion om oplanerat underhåll i OP. 30 minskas till 30 %, spiltid 50 % = $5 \times 24 \times 340 = 40\,800$ enheter

Potentiell intäktsökning = $40\,800 \times 257,1 = 10,5$ Mkr

Samtliga övriga operationer har redan en takt som klarar av motsvarande taktökning i Op.30 utan att förändringar behöver genomföras.

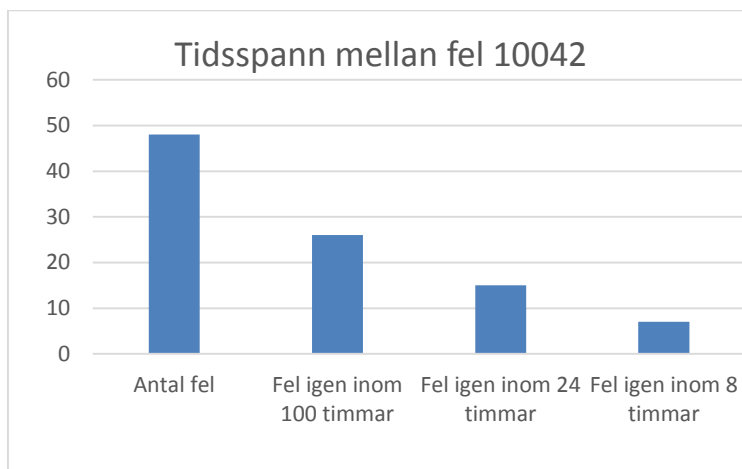
4.4.3 Systematiska fel

Nedan granskas de mest belastade delarna av produktionen, maskin 10042 (Automatisk paketering), 10017 (tillhörande grovbearbetningen) samt hela operationsgruppen 30 (spräckning och montering). Anledningen till att 10042 och 10017 valts är att det är de två maskinerna som belastar underhållsarbetet mest och ett väl utfört förbättringsarbete av dessa maskiner skulle frigöra mycket arbetstid för underhållsavdelningen. Op.30 valdes av den anledningen att det är företagets flaskhals och därmed den viktigaste operationen att fokusera på i dagsläget.

4.4.3.1 Maskin 10042, tillhörande OP.60, automatisk paketering

Antal fel	48
Fel igen inom 100 timmar	26
Fel igen inom 24 timmar	15
Fel igen inom 8 timmar	7
MTBF under perioden (h)	128
Mediantid mellan fel (h)	88,5

Tabell 4: Visar information angående tiden mellan fel för maskin 10042. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.



Figur 12: Visar information angående tiden mellan fel för maskin 10042. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.

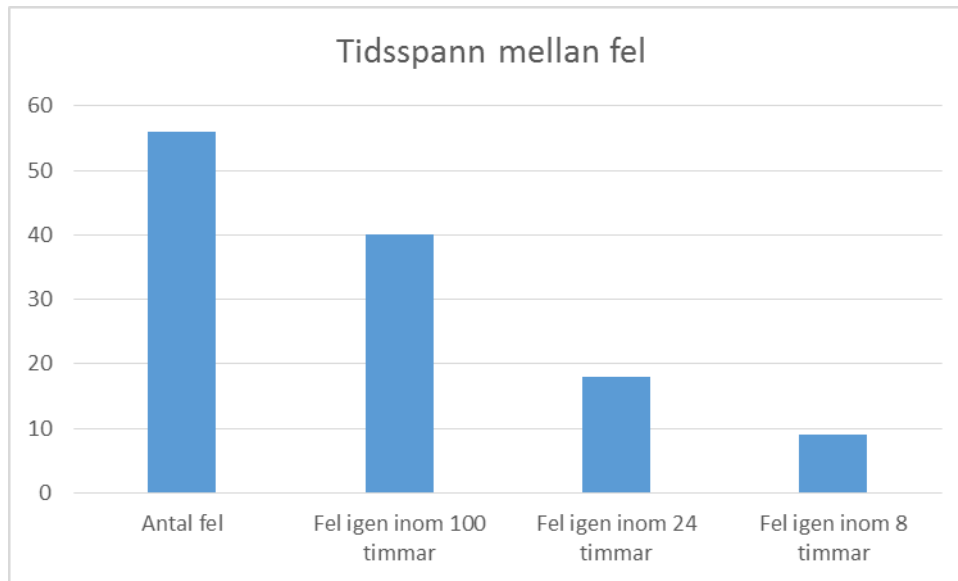
Ovanstående tabell och diagram uppvisar hur många fel som inträffar inom givna tidsperioder. Studien visar att hela 54 % av tillfällena maskin 10042 stannar, så är det mindre än 100 timmar sedan föregående stopp. Motsvarande andel för 24 timmar är 31 % och för åtta timmar 15 %.

4.4.3.2 Maskin 10017, tillhörande OP.20, grovbearbetning

Antal fel	56
-----------	----

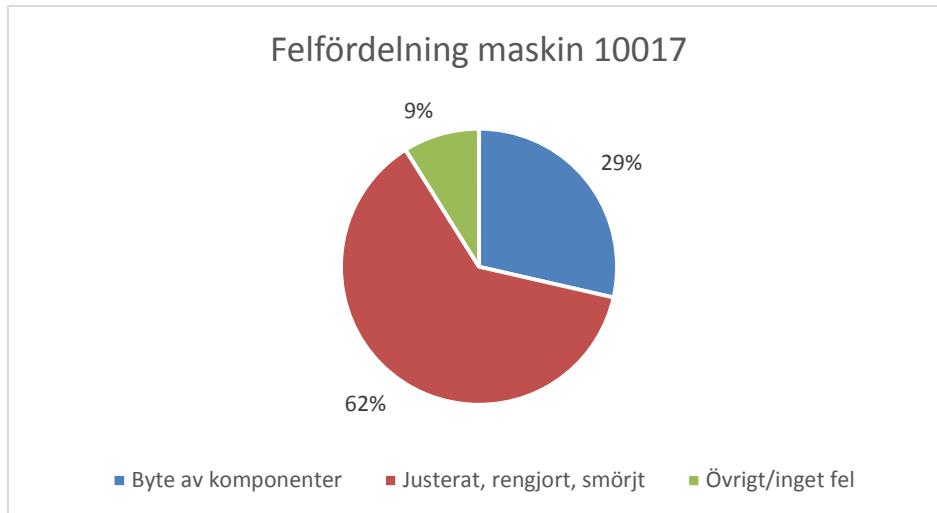
Fel igen inom 100 timmar	40
Fel igen inom 24 timmar	18
Fel igen inom 8 timmar	9
MTBF under perioden (h)	82,5
Mediantid mellan fel (h)	38,2

Tabell 5: Visar information angående tiden mellan fel för maskin 10017. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.



Figur 13: Visar information angående tiden mellan fel för maskin 10017. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.

Studien visar för den här maskinen att hela 71 % av tillfällena maskin 10017 stannar, så är det mindre än 100 timmar sedan föregående stopp. Motsvarande andel för 24 timmar är 32 % och för åtta timmar 16 %. Dessa värden liknar värdena för maskin 10042 vid undersökning av 24 timmar respektive 8 timmar. Maskin 10017 har dock en betydligt större andel fel som inträffar inom 100 timmar än vad föregående maskin uppvisade.



Figur 14: Diagrammet visa fördelningen av feltyper för maskin 10017.

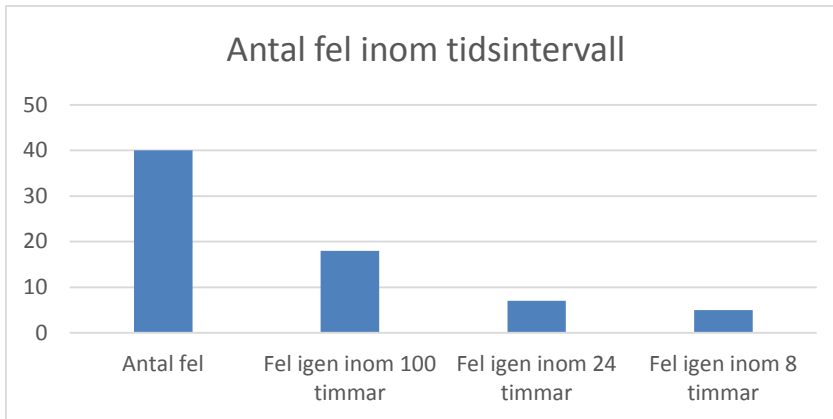
Vidare undersökning av felens karaktär gav resultatet som uppvisas i ovanstående figur. Som diagrammet visar är hela 62 % av åtgärderna som utförs någon form av justering, rengöring eller smörjning. 29 % utgörs av någon form av komponentbyte och resterande 9 % visade sig vara falsklarm eller fel av annat ursprung.

4.4.3.3 OP.30

Fabriken flaskhals Op.30 består av tre maskiner, 10024, 10025 och 10059. Nedan redovisas ett antal parametrar gällande dessa maskiner.

Antal fel	40
Fel igen inom 100 timmar	18
Fel igen inom 24 timmar	7
Fel igen inom 8 timmar	5
MTBF under perioden (h)	268,2
Mediantid mellan fel (h)	114,4

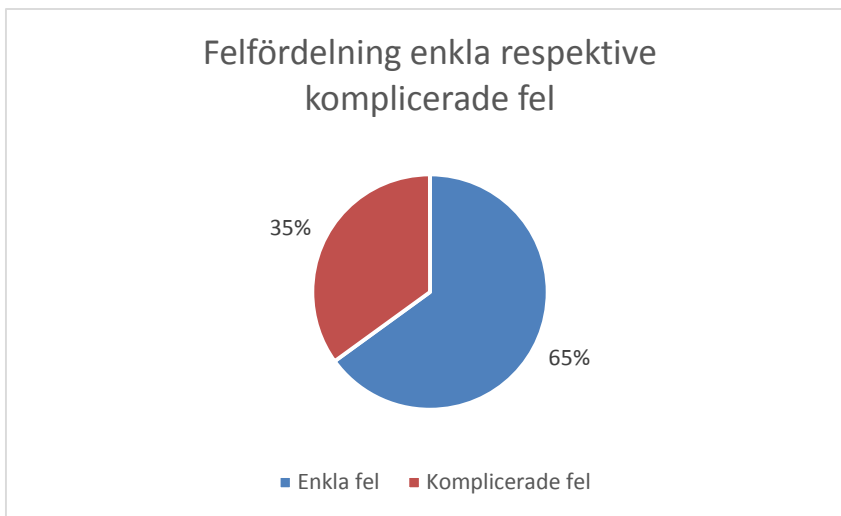
Tabell 6: Visar information angående tiden mellan fel för Op.30. Undersökningen avser en tidsperiod på 8 månader.



Figur 15: Visar information angående tiden mellan fel för Op.30. Undersökningen avser en tidsperiod på 6 månader.

Som utläses av ovanstående diagram inträffar felen inom 100 timmar sedan senaste felet i samma maskin vid 45 % av fallen. Motsvarande värde för 24 timmar är 18 % och för 8 timmar 13 %.

Observation av operationernas felrapporter resulterade i att cirka 65 % av åtgärderna klassas som enkla arbeten. Detta värde är dock en uppskattning, mer information angående denna uppskattning finns under rubriken felkällor.



Figur 16: Diagrammet visar fördelningen av enkla respektive komplicerade fel för Op.30.

4.4.3.4 Hela produktionen

Fel igen inom 100 timmar	39 %
Fel igen inom 24 timmar	16 %
Fel igen inom 8 timmar	8 %

Tabell 7: Tabellen visar hur ofta fel inträffar inom olika tidsramar för hela produktionen.

Ser man till hela produktionen är den procentuella andelen fel inom 100, 24 respektive 8 timmar något lägre än för de specifika maskinerna ovan.

4.4.4 TAK-faktor

	Op.10	Op.20	Op.25	Op.30	Op.40	Op.50	Op.60
Teknisk kapacitet	180	145	150	124	140	120	150
Planerade stopp	5	10	10	5	5	5	5
Oplanerade stopp	10	25	20	15	25	5	20
Verklig output per timme	165	110	120	104	110	110	125
Tillgänglighet	92%	76%	80%	84%	79%	92%	83%

Tabell 8: Tabellen visar tillgängligheten för företagets olika operationsgrupper.

T-värdet baseras på ett genomsnitt av de olika operationerna (84 %) för att ge en så rättvis bild som möjligt av anläggningseffektiviteten. Notera även att den genomsnittliga tillgängligheten är den samma som tillgängligheten för flaskhalsen i produktionen, Op.30. Då flaskhalsen styr hur mycket hela produktionen kan producera är det först och främst denna tillgänglighet som bör förbättras även om det finns operationer med sämre T-värde.

$$T = \frac{\text{Tillgänglig tid}}{\text{Produktionstid}} = \frac{\text{Teknisk kapacitet}}{\text{Verklig output}} = 84 \%$$

När det kommer till anläggningsutbytet kör företaget sin flaskhals Op.30 till maximalt utnyttjande, övriga maskiner ger ett lägre anläggningsutbyte. Nedanstående tabell ger en indikation över de olika operationernas anläggningsutbyten.

	Op.10	Op.20	Op.25	Op.30	Op.40	Op.50	Op.60
Teknisk kapacitet	180	145	150	124	140	120	150
Planerade stopp	5	10	10	5	5	5	5
Oplanerade stopp	10	25	20	15	25	5	20
Verklig output per timme	165	110	120	104	110	110	125
Missad produktion pga. flaskhals	61	6	16	0	6	6	21
Anläggningsutbyte	66%	96%	89%	100%	96%	95%	86%

Tabell 9: Tabellen visar anläggningsutbytet i fabriken's olika operationer.

A-värdet sätts i den här studien något förenklat till medelvärdet av operationernas anläggningsutbyten. Det innebär att företaget skall fokusera på att utöka den tekniska kapaciteten, eller minska mängden stopp i operationsgrupperna 20, 30, 40 samt 50 för att förbättra anläggningsutbytet i övriga operationer. Att förbättra den tekniska kapaciteten kan exempelvis innebära att en extra produktionslinje införs, att nya skär som tål högre skärhastigheter används eller att produktion av dessa steg delvis outsourcas.

$$A = \frac{\sum \text{Anläggningsutbyten}}{\text{Antal operationsgrupper}} = 90\%$$

Företaget har i dag internkassationer på 2,5 % samt omarbetningar på 0,8 %. Det ger följande kvalitetsutbyte:

$$K = 100\% - 2,5\% - 0,8\% = 96,7 \%$$

Ovanstående variabler ger följande TAK-värde för anläggningseffektiviteten:

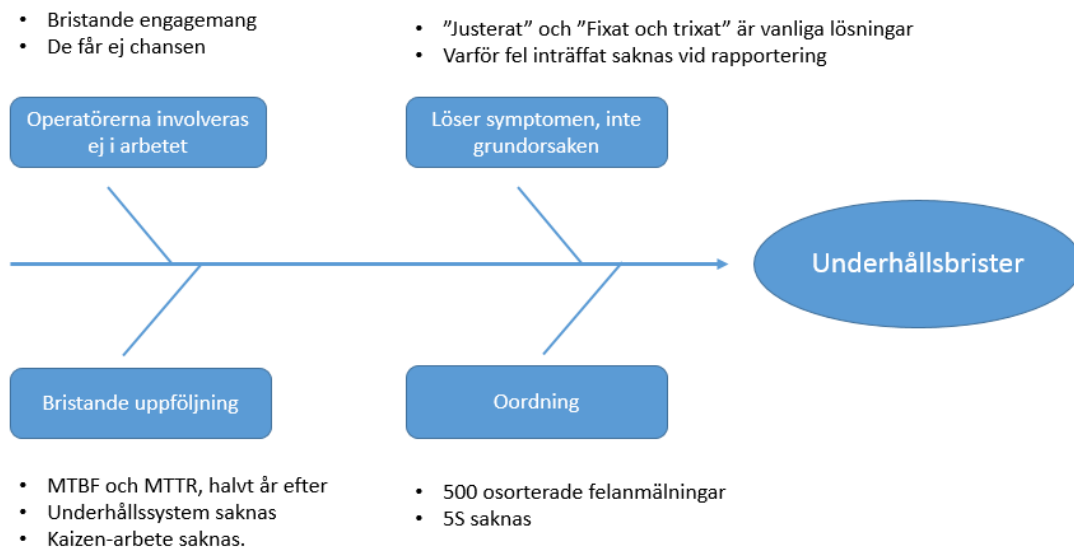
$$TAK = 0,84 \times 0,9 \times 0,967 = 0,73 = 73 \%$$

Anläggningseffektiviteten på 73 % är ett normalt utfall, dock finns förbättringspotential. Som vi kan se är det tillgängligheten som drar ned effektiviteten mest med ett värde på 84 %. Anläggningsutbytet och kvalitetsutbytet kan även de finslipas men de orsakar inte riktigt lika stora problem. Ett väl utfört underhållsarbete som minskar stilleståndstiderna och ökar tillgängligheten i maskinen är därmed ett bra sätt för företaget att uppnå en förbättring av TAK-värdet.

5 Resultat och diskussion

Dagens underhållssituation på företaget uppvisar många brister. En effektivisering av underhållsarbetet kommer att spela en avgörande roll i arbetet med att uppnå företags mål om en produktionsökning på 65 % till år 2020.

5.1 Sammanfattning av problem



Figur 17: Ishikavadiagram över bristerna i underhållsarbetet.

Ovanstående Ishikawa diagram ger en indikation över faktorer som påverkar dagens underhållsarbete. Operatörerna involveras inte i underhållsarbetet då underhållsavdelningen själva utför alla dessa åtgärder. Grundorsakerna till detta är att de inte tillhör deras arbetsuppgifter som det ser ut idag. Ofta råder även ett bristande engagemang från personalens sida. De utför arbetet som ska göras, men har inte alltid som fokus att göra det som är bäst ur företagets perspektiv.

Ett annat stort problem är att när fel inträffar nöjer sig underhållspersonalen med att hitta lösningar på det tillfälliga problemet, men det rapporteras sällan om vad som är grundorsaken till felets uppkomst. Eftersom grundorsaken inte är löst kommer nya fel

att inträffa som följd av detta. En bidragande orsak till att grundorsakerna inte hittas är att uppföljningsarbetet i sig är bristfälligt. Vid studiens uppstart visade det sig att de senaste åtta månadernas felanmälningar låg placerade på underhållschefens skrivbord i väntan på att undersökas och lagras i ett system. Denna fördröjning i uppföljningsarbetet leder till att det kan dröja upp till ett år innan systematiska fel upptäcks i produktionen. Företaget saknar överlag uppföljningsarbete av underhållsarbetet vilket resulterar i att felen ständigt återkommer.

Underlaget för att genomföra uppföljning av felrapporterna är även det bristande då felrapporterna inte innehåller någon information angående varför ett fel har inträffat. I felrapporterna framgår enbart vad som har inträffat och vad som är åtgärdat. Det är även vanligt förekommande att underhåll inte hittar någon specifik lösning på stillestånden utan ”fixar och trixar” till dess att problemet är åtgärdat. Detta tillvägagångssätt leder till att felen bara lagas för stunden. Som följd av detta är det mycket vanligt att samma maskin går sönder många gånger under en kort period, ofta med samma fel varje gång. För att råda bot på detta måste grundorsakerna undersökas.

Ovanstående brister är en av anledningarna till dagens höga nivå av oplanerade underhåll. Oplanerade underhåll leder som nämnts under resultatdelen till stora stilleståndstider som utslaget under ett år leder till stora mängder missad produktion. Den stora andelen oplanerade fel resulterar inte enbart i att spilltiden blir hög. De oplanerade underhållen resulterar oftast i akuta reparationer som orsakar fel på nytt inom kort. Oplanerat underhåll orsakar därför fler stillestånd än om felen repareras noggrant från början eller förebyggs med planerat underhåll.

Efter att ha undersökt orsakerna till felen som loggats i maskin 10042 visade det sig att två olika anledningar stod för merparten av felen. En av dessa vanliga anledningar var brott av maskindelar, mest vanligt en kolvstång eller skruvar som släppt. Det andra frekventa felet hade med skruvdragaren att göra. Antingen drogs skruvarna inte åt tillräckligt eller så missade maskinen hålen där skruvarna skulle fästas. Att delar i maskinen brister så frekvent är tecken på att maskinen antingen är underdimensionerad för sitt arbete, den pressas för hårt eller underhållsarbetet är bristande. Med tanke på att de vanligaste åtgärderna är ”justerat” eller byte av någon komponent skulle ett förbättrat underhållsarbete bidra till att mindre justeringar krävs samt att komponenter som börjar bli slitna upptäcks innan de havererar. Det andra vanligen inträffande felet beror på tekniska problem. Eftersom felet inträffar löpande kan det vara ett programmeringsfel. Vid tekniska problem är en vanlig åtgärd på företaget ”Norsk reset”, vilket innebär att programvaran startas om. Företaget behöver gå till grunden med varför dessa problem inträffar och inte bara tillfälligt lösa dem.

Undersöker vi istället maskin 10017 avläses ur figur 13 att hela 62 % av åtgärderna som utförs på maskinen är någon form av justering, rengöring eller smörjning. Dessa är normalt sett åtgärder som är lämpade att utföras som planerat underhåll då det är lätt att se vid en inspektion om maskinen behöver smörjas eller rengöras. 29 % utgörs av någon

form av komponentbyte. Det kan vara svårare att se om en komponent behöver bytas vid en inspektion. Men det finns dock åtgärder att vidta för att minska även denna felkälla. Ett exempel är att införa system som beräknar genomsnittlig livslängd på komponenterna som meddelar underhåll när det är dags att byta en komponent. På så sätt kan fler och fler komponentbyten utföras som planerade underhåll istället för som oplanerade. Nackdelen med detta är att vissa komponenter kommer bytas även om de kunde användas längre. Men allt som oftast lönar det sig ändå med tanke på att produktionen inte står stilla lika länge, underhållskostnaden minskar samt risken för de följdfel som uppstår vid haverier minskar.

Vad det gäller maskinerna i flaskhalsen, Op. 30, uppvisar dessa maskiner inte lika många fel till antalet. Detta har att göra med att maskinerna utför helt olika åtgärder som orsakar olika mycket belastning på maskinen. Vid granskning av ifall felen är av enkelt eller komplicerat slag uppnås dock samma resultat som för de övriga maskinerna. Hela 65 % av felen motsvarar enkla fel.

Merparten av de oplanerade stoppen som inträffar är av enkel karaktär men operatörerna är inte involverade i arbetet med att åtgärda dessa. Det leder till ökad spiltid då maskinen blir stillastående längre perioder i väntan på att underhållsavdelningen skall komma till platsen. Denna spiltid när maskinen varken producerar eller underhålls måste minskas i företaget.

Dagens hantering av reservdelar och inköpsprocessen för dessa är omständlig och involverar arbete från många parter. Det nedlagda arbetet för att beställa reservdelar är onödigt tidskrävande, delar av detta arbete skulle istället kunna ägnas åt värdeskapande åtgärder.

Det råder överlag oordning på såväl underhållschefens som underhållsavdelningens skrivbord vilket resulterar i en ökad risk att saker försvinner och glöms bort i röran. Detta orsakar även onödigt arbete då personalen måste leta efter saker som kan ha hamnat på ett helt annat ställe.

Loggboken som utformats under projektet bidrar till viss del till en förbättring då underhållschefens icke värdeskapande arbete med att mata in all data i datorn helt tagits bort. Pappersarbetet har även det minskats, men det råder fortfarande stor oordning på skrivborden och runt arbetsstationerna. Dagens loggbok är dock bristfällig på många sätt. Excel gör det väldigt enkelt att skriva fel. Om datumet till exempel matas in på fel sätt känner inte Excel av att det är ett datum och alla uträkningar i programmet kan bli felaktiga på grund av ett litet fel. Det är även lätt att råka ta bort något väsentligt värde eller att mata in fel värden. Excel-loggboken är dock ett bra steg på vägen i företagens arbete mot att förbättra underhållsarbetet.

5.2 Förbättringsåtgärder

För att få kontroll över ovanstående brister och problem finns det en rad åtgärder som företaget kan arbeta med. I grund och botten handlar det om att företaget måste ändra sitt sätt att tänka och sin syn på underhållsarbetet och dess betydelse. Det är dock viktigt att inte påbörja för många projekt på samma gång, därför kommer en utvecklingsplan läggas fram som förslag till framtida arbete under kapitlet slutsats.

5.2.1 Utveckla arbetssätt och rutiner

I dagsläget saknas ordentlig struktur över hela underhållsarbetet på företaget. Företaget behöver skapa ett mer rutinerat arbetssätt som effektiviserar hela underhållsprocessen. TPM är en lämplig metod som på många sätt skulle utveckla företaget till det positiva. Som nämntes i teoriavsnittet är det dock viktigt att företaget arbetar med 5S innan de implementerar TPM.

Innan företaget börjar effektivisera underhållet är det viktigt att först använda sig av 5S för att organisera verksamheten och skapa goda grundförutsättningar för TPM. Företaget måste hålla ordning på sina papper och felrapporter samt se till att det är rent och städlat kring maskinerna innan TPM arbetet inleds. För att skapa mer ordning bör datorer eller surfplattor placeras runt om i fabriken. Dessa tekniska hjälpmedel är även nödvändiga vid en implementering av ett underhållssystem. Med hjälp av dessa finns all information tillgänglig på ett och samma ställe och allt pappersarbete kan tas bort.

Det är viktigt att hela personalen på företaget arbetar mot samma mål och förstår vikten av att arbeta mot TPM och 5S. Därför bör företaget utse en implementeringsgrupp som har till ansvar att utbilda övrig personal och vidareutveckla underhållsarbetet med tiden. Om ingen ser till att arbetsuppgifterna utförs som de skall är det annars lätt att arbetet återgår till de rutiner som de alltid haft och utvecklingen avstannar.

5.2.2 Involvera operatörerna

En av de viktigaste delarna i TPM är att involvera operatörerna i underhållsarbetet. Som det ser ut idag består cirka 50 % av underhållsarbetet av enklare arbeten i form av smörjning, justering och mindre komponentbyten. Dessa åtgärder kan som nämnts i teoriavsnittet ofta utföras av operatörerna själva. Allt arbete som kan utföras av operatörerna själva minskar belastningen på underhållsavdelningen, som i sin tur kan ägna mera tid till förebyggande underhållsarbete. Omfattande undervisning av personalen krävs dock för att lyckas med denna åtgärd. Ett första steg i rätt riktning är att låta operatörerna vara med vid alla reparationer som underhåll utför, på så vis kommer de att skaffa sig erfarenhet som allt eftersom leder till att de själva kan utföra de enkla åtgärderna. Ett underhållssystem innehållandes instruktioner och manualer för diverse reparationer av enkelt slag är också ett måste för att lyckas med åtgärden. Även om operatören inte besitter tillräcklig kompetens för att utföra åtgärden så kan han eller

hon förbereda så mycket som möjligt inför underhållsarbetet. Till exempel kan produkter städas undan och maskinkåpor som sitter i vägen skruvas av så att underhållsarbetet går så fort som möjligt när underhåll är på plats.

I samband med att underhållsarbetarna frigörs från arbete med hjälp av operatörerna kan de utföra fler planerade arbeten. Under resultatkapitlet framgick att en minskning av oplanerat underhåll från 75 % till 30 % frigör tillräckligt mycket kapacitet för att producera 40 000 fler enheter per år. Vad som bör noteras är att dessa beräkningar utgår från att alla oplanerade underhållsarbeten ersätts med planerade arbeten. I själva verket kommer många arbeten att helt försvinna i samband med att planerade underhåll införs då inträffade haverier ofta fungerar som en kedjereaktion som medför fler stopp. Dessa kan i många fall undvikas genom god framförhållning genom planerade åtgärder.

En industri kommer aldrig bli helt fri från oplanerade underhåll, oförutsägbara händelser inträffar ständigt i produktionen vilket orsakar akuta åtgärder. Det är därför viktigt att företaget även arbetar på att minska spilltiden vid dessa tillfällen. Idag utgörs cirka hälften av stilleståndstiden vid oplanerade arbeten av spilltid. Genom att företaget använder sig av ett underhållssystem som direkt vid stopp larmar underhållsarbetaren kan spilltiden minskas avsevärt. Ännu bättre är att involvera operatörerna i underhållsarbetet så att operatören som upptäckte felet direkt kan påbörja reparationen.

5.2.3 Daglig tillsyn

En annan metod som nämndes i teoriavsnittet är daglig tillsyn. Operatörerna är de som använder maskinerna mest. Med hjälp av daglig tillsyn där operatörerna städar och smörjer maskinen kan den hållas igång längre perioder utan stopp. I arbetet ingår även att känna och lyssna på maskinen. Hörs något konstigt ljud eller vibrerar maskinen mer än vanligt? Ja då skall underhåll kontaktas för att undersöka maskinen. Det blir oftast mycket dyrare om maskinen körs till den havererar.

5.2.4 Återkommande fel

Som paretdiagrammet (figur 7) visar är det en handfull maskiner som står för betydligt flera fel än de andra. Varför dessa maskiner står för fler fel än de övriga är inte denna studies syfte att ta reda på. Att det till stor del beror på vilken typ av bearbetning eller process som maskinen utför är dock något som kan fastslås. Det visar sig att de maskiner som belastas av flest fel, maskin 10042 samt 10017 har högre andel återkommande fel inom en tidsperiod på 100 timmar i jämförelse med hela produktionen. För 10042 är andelen 54 % och för 10017 är den 71 %. Dessa värden är dock svåra att dra några större slutsatser kring då tidsperioden av 8 månader kan vara för kort. Det kan till exempel vara så att maskin 10017 varit extra olycksdrabbad med ett eller flera återkommande fel just den här perioden, även om den i vanliga fall inte uppvisar så många tätt återkommande fel. Vad som är intressant är att titta på hela produktionssnittet som visar att 39 % av felen inträffar inom 100 timmar från att samma maskin stått stilla.

Detta värde är beräknat utifrån drygt 600 observationer vilket anses vara ett tillräckligt stort stickprov för att fastställa slutsatser.

Återkommande fel i produktionen inom en kort tidsperiod är allt som oftast orsakat av samma problem. Vid granskningen av loggboken var det vanligt att ett fel som rapporterats ”plåstrades ihop” genom att underhåll, som de ofta skrev ”fixade och trixade”. Samma fel inträffar ofta 2-3 gånger under en dags tid innan en åtgärd som håller utförts. Genom att införa planerade underhåll kan man i stor grad motverka att dessa fel över huvud taget inträffar, eftersom alla felorsaker undersöks noggrant tills grundorsaken påträffas. Med andra ord skulle merparten av dessa 39 % av felen som består av återkommande fel kunna elimineras med hjälp av planerade åtgärder. Stora mängder av de resterande 61 % av underhållsarbetena skulle också kunna omvandlas till planerade underhåll, men man kommer aldrig komma ifrån att underhållsarbeten behöver utföras, de tidskrävande återkommande underhållsarbetena däremot, de kan företaget så gott som helt bli av med.

För att kartlägga problemen bör företaget utöka felrapporterna med en beskrivning om varför felet inträffat. Underhållsavdelningen måste även införa möten, förslagsvis på veckobasis, där de tillsammans diskuterar varför felen inträffar. Här gäller det att gå till grunden med orsakerna och inte nöja sig med första anledningen som kommer på tal. Använd 5-varför för att finna grundorsakerna till problemen och åtgärda dem genom att utforma planerade underhåll som hindrar felens uppkomst. Det är viktigt att företaget strävar efter att arbeta proaktivt och inte reaktivt, med andra ord gå till botten med alla oplanerade produktionsstopp och sträva efter ständiga förbättringar. I teoriavsnittet beskrevs detta arbetsätt som systematiserat underhåll och med hjälp av förbättringshjulet. Genom att införa dessa åtgärder uppfyller företaget alla fyra stegen i förbättringshjulet (se figur 1) och får på det viset hjulet mot ständiga förbättringar att rulla.

5.2.5 Fokusera på flaskhalsen

Under rapportens gång har det uppkommit ett antal olika brister som råder konsekvent över hela produktionen. De åtgärder som ligger till grund för ett förbättrat underhållsarbete är som nämnts tidigare att omvandla oplanerade produktionsstopp till planerade produktionsstopp samt för att lyckas frigöra den tid som är nödvändig för detta överföra de enkla underhållssystemen på operatörerna själva. Att genomföra dessa åtgärder i hela produktionen är ett mycket tidskrävande arbete som kommer kräva mycket tid och engagemang från såväl ledningen som från personalen. Om företaget tar på sig för mycket arbete på samma gång är risken stor att arbetet blir för svårt och engagemanget försvinner. Det är istället lämpligt att företaget börjar med att fokusera enbart på flaskhalsen till att börja med. Flaskhalsen består av tre av företagets 72 maskiner. Men lyckas de göra om den nuvarande mängden oplanerade underhåll på 75 % till 30 % kommer enbart spiltiden som försvinner att bidra till en ökad produktionskapacitet som motsvarar en extra årsintäkt på ca 10 Mkr. Så länge Op.30 är flaskhals finns inget behov av

att öka produktionskapaciteten i de övriga operationerna. När företaget uppnått en bestående förändring i flaskhalsen kan de succesivt arbeta med även den resterade maskinparken. Men det är viktigt att komma ihåg att förändringsarbeten tar tid.

5.2.6 Excelloggbokens begränsningar

Som det ser ut idag fyller operatörerna fortfarande i samma felanmälningsblankett (bilaga B, Felanmälningsblankett) som tidigare när hela systemet sköttes i pappersform. Anledningen till detta är att Excelfilen bara kan vara uppe på en dator åt gången för att det skall bli rätt med sparningarna av filen. Det är inte helt optimalt att utföra arbetet på detta viset då det bästa vore att komma ifrån pappershanteringen helt och hållet. Det är dock den bästa lösningen som påträffats så länge företaget väljer att använda sig av Excel till loggboken. Studien framhäver dock att ett underhållssystem är att rekommendera. Läs mer om detta under rubriken underhållssystem nedan.

Beräkningarna av MTBF och MTTR i företaget blir i dagsläget felaktiga då även fel som inte stannar maskinen ibland tas med i rapporterna. Dessa fel tar ibland lång tid att reparera då de inte anses vara akuta och utfallet av detta blir att MTBF och MTTR blir felaktiga. Mer information om hur detta påverkat studiens resultat finner du under felkällor. Det är dock av yttersta vikt för företaget att MTBF och MTTR beräknas på rätt sätt då detta är ett krav för att behålla dagens ISO-certifikat.

5.3 Vinster med arbetet

Nedanstående tabell visar hur produktionskapaciteten ser ut idag samt hur stora förluster som skapas på grund av planerade respektive oplanerade produktionsstopp.

Ursprungsläge	Op.10	Op.20	Op.25	Op.30	Op.40	Op.50	Op.60
Teknisk kapacitet	180	145	150	124	140	120	150
Total förlust/timme	15	35	30	20	30	10	25
Förlust pga. planerade stopp	5	10	10	5	5	5	5
Förlust pga. oplanerade stopp	10	25	20	15	25	5	20
Förlust pga. oplanerade stopp bortsett från spilltid	5	12,5	10	7,5	12,5	2,5	10
Förlust pga. spilltid 50%	5	12,5	10	7,5	12,5	2,5	10
Upprepade fel 100 timmar	1,95	4,875	3,9	2,925	4,875	0,975	3,9
Verklig output per timme	165	110	120	104	110	110	125
Tillgänglig tid	92%	76%	80%	84%	79%	92%	83%

Tabell 10: Tabellen visar beräknad data angående företags ursprungskapacitet

Nedanstående tabell exemplifierar hur produktionskapaciteten per timma kan förändras efter att företaget genomfört följande förändringar:

- Inför ett underhållssystem.
- Involvera operatörerna i underhållsarbetet.

- Öka andelen planerade stopp till 70 % och minska de oplanerade stoppen till 30 %.
- Minska spilltiden som uppkommer vid oplanerade stopp från 50 % av stilleståndstiden till 25 %.
- Beräkningen bygger på att alla oplanerade fel som inträffar inom 100 timmar från föregående fel, det vill säga 39 % av de oplanerade felen försvinner. Detta som följd av ett förbättrat underhållsarbete och fler planerade stopp.

Efter genomfört arbete	Op.10	Op.20	Op.25	Op.30	Op.40	Op.50	Op.60
Teknisk kapacitet	180	145	150	124	140	120	150
Totalt förlust bortsett från spilltid	8,1	17,6	16,1	9,6	12,6	6,5	11,1
Förlust pga. planerade stopp 70%	5,6	12,3	11,3	6,7	8,8	4,6	7,8
Förlust pga. oplanerade stopp, exkl. spilltid.	2,4	5,3	4,8	2,9	3,8	2,0	3,3
Förlust pga. spilltid	0,8	1,8	1,6	1,0	1,3	0,7	1,1
Förlust pga. oplanerade stopp, inkl. spilltid på 25%	3,2	7,1	6,4	3,8	5,1	2,6	4,4
Total förlust/timme	8,9	19,4	17,7	10,5	13,9	7,2	12,2
Verklig output per timme	171,1	125,6	132,3	113,5	126,1	112,8	137,8
Tillgänglig tid	95%	87%	88%	92%	90%	94%	92%

Tabell 11: Tabellen visar hur kapaciteten och produktionen kan förbättras efter genomförande av studiens förslag.

$$\text{Merproduktion per timma} = 112,8 - 104 = 8,8 \text{ enheter}$$

$$\text{Merproduktion per år} = 8,8 \times 24 \times 340 = 71\,808 \text{ enheter}$$

$$\text{Mervärde} = 71\,808 \times 257,1 = 18,4 \text{ MKR}$$

Beräkningen grundar sig dock på flertalet uppskattningar och bör beaktas som en grov uppskattning av en möjlig merproduktion. Att en stor merproduktion kan åstadkommas med hjälp av studiens föreslagna åtgärder är dock säkert.

Beräkningarna grundar sig på följande uppskattningar:

- Införandet av planerade underhåll kommer resultera i att många oplanerade underhåll försvinner. Det är svårt att sätta en siffra på hur många underhåll som försvinner och vilka som blir kvar. I denna studie uppskattades därmed att alla oplanerade underhåll som inträffade inom en tidsperiod om 100 timmar från föregående fel i maskinen försvinner som följd av att de planerade underhållen ökas till 70 %. Anledningen till detta antagande är att merparten av dessa fel beror på ofullständigt utförda underhållsarbeten. Genom planerade underhåll utförs arbetet noggrannare vilket leder till att maskinerna inte havererar lika snabbt igen.

- Genom införande av underhållssystem och genom att operatörerna involveras i arbetet uppskattas spilltiden som uppkommer vid oplanerade produktionsstopp minska till 25 % av stilleståndstiden från det nuvarande värdet av 50 %. En spilltid kommer alltid finnas kvar vid oplanerade underhållsarbeten, men med hjälp av ett underhållssystem som larmar direkt till underhållspersonalens mobiltelefoner kan spilltiden kraftigt minskas.
- Andelen planerade underhållsarbeten utökas till 70 %. Anledningen till att just denna procentsats valts är att boken Underhållsteknik antyder att 70 % är ett rimligt mål i en industri [1].

En intressant följd av dessa åtgärder är att produktionen får en ny flaskhals, nämligen Op.50. En merproduktion av 70 000 enheter är ett stort steg i rätt riktning mot företagets mål om att utöka produktionen med 65 % innan år 2020.

Utöver merproduktionen kommer arbetet även resultera i mindre arbetsbelastning för de anställda. Underhållssystemet gör till exempel så att den omständliga proceduren för att beställa reservdelar sköts mer eller mindre automatiskt. 5S-arbetet resulterar även i en mer trivsamt och renare arbetsmiljö för företagets anställda.

5.4 Underhållssystem

För att komma till rätta med tidigare nämnda problem krävs det noggrann planering och struktur av arbets sättet. Excel-loggboken som utformades i samband med den här studien hjälper till att beräkna nyckeltal och föra statistik, men den är inte behjälplig när det kommer till att planera och strukturera arbetet. För detta krävs ett underhållssystem. Nedanstående punkter beskriver vad som skall ingå i ett väl fungerande underhållssystem (mer utförligt i teoriavsnittet).

- Integration med inköpsavdelningen
- Handböcker, manualer samt instruktioner för underhåll av maskinerna.
- Ett maskinregister med produktionskapacitet, teknisk data, servicenummer med mera.
- Arbetsorder innehållandes all nödvändig information om arbetet.
- Statistik som underlättar arbetet med ständiga förbättringar.
- Reservdelshantering med beställningspunkter.

5.5 Underhållssystem på marknaden

Det finns en rad olika aktörer på marknaden som erbjuder underhållssystem. Nivån på programmen skiljer sig och det finns enklare samt mer avancerade system.

Implema är ett företag som erbjuder ett underhållssystem baserat på affärsstöds lösningen SAP. SAP är ett av de vanligaste systemen för hantering av bland annat inköp

och lagerhållning på industrier. Implemas systemet riktar sig främst till små och medelstora aktörer och är utvecklat för att vara enkelt och användarvänligt för personalen.

Vid implementering av ett underhållssystem är det enligt Johan Hedlund, anställd på Implema väldigt viktigt att hitta en drivande person som tar ansvar för arbetet och ser till att utvecklingsarbetet fortgår. Det är även viktigt att företaget har den rätta mentaliteten. Ett underhållssystem löser inte problemen på egen hand, det krävs oftast såväl ett förnyat tankesätt som nya arbetsmetoder för att lyckas väl.

Det finns enklare alternativ till underhållssystem som inte är sammanlänkade med affärssystemet SAP. Enligt Johans erfarenhet är det dock bättre att satsa på ett lite dyrare system som samverkar med övriga SAP-system då detta brukar löna sig väl på sikt. Även om det är lite dyrare och tar mer tid att implementera, så sparas mycket framtida arbete på att använda ett system som integrerar med SAP. I företagets fall skulle till exempel denna integration innebära stora förändringar i ledtiden vid beställning av reservdelar, då reservdelar som används vid underhållsarbetet automatiskt hamnar på beställningslistan i SAP [12].

5.5.1 Implemas system Easy PM

Implema erbjuder ett system som heter Implema Easy PM. Underhållssystemet är som nämndes ovan sammankopplat till SAP vilket minskar ledtiderna från verktygsbyte till beställning av nya reservdelar. Underhållspersonalen ges även en stor mängd information genom underhållssystemet i form av manualer och maskinuppbyggnad vilket gör att de har all information de behöver tillgängligt på plats vid maskinen. Även detta leder till tidsbesparingar och att stilleståndstiderna minskas.

Grundtanken bakom Easy PM är användarvänlighet. Systemet är anpassat efter användaren som har tillgång till rapporter och listor för den aktuella arbetsordern i ett enda fönster. Statistik i form av MTBF, MTTR, stopptid med mera beräknas kontinuerligt och finns lättillgänglig vilket bidrar till arbetet med ständiga förbättringar som är så viktigt för att utveckla underhållsarbetet. Möjligheten finns även att sortera nyckeltal och data efter avdelning eller produkt [13].

5.5.1.1 Familjen Dafgård – kundreferens

Familjen Dafgård är ett företag inom livsmedelsbranschen och är ett av företagen som använder sig utav Easy PM. Nedan följer ett par citat från Familjen Dafgårds kundreferens av Implema.

”Istället för oplanerade stopp kan man arbeta med förebyggande underhåll och kan på så sätt höja produktiviteten. Nu talar underhåll och produktion samma språk – kommunikation på alla nivåer, kort sagt. Med den branschanpassade lösningen SAP PM håller Dafgård såväl underhåll som produktion i fokus.” [14].

”I vår produktionsverksamhet har vi stora krav på underhåll och service. Tidigare har det varit många akuta arbeten med att byta komponenter. Med hjälp av SAP PM är vårt mål att jobba mer förebyggande istället. Det sparar oss enormt mycket arbete och tid.” [14].

5.5.1.2 ESBE – kundreferens

ESBE är även dem användare av Implema Easy PM. Företaget tillverkar ventiler och ställdon till vätskebärande system. ESBE implementerade ett underhållssystem för att skapa bättre underhållsrutiner och förbättra produktiviteten genom att minska antalet oplanerade produktionsstopp. Reaktionerna blev väldigt positiva, *”Lösningen blev enklare att använda än man hade räknat med”* [15].

Företaget var nöjda med det enkla utformandet av systemet. Det är verkligen utformat efter operatörerna och underhållsarbetarna som skall använda systemet anser de. ESBE vittnar även om andra framgångar tack vare införandet av Easy PM, nedan följer några exempel.

- Kortare ledtider.
- Fokus på förebyggande åtgärder och planering.
- Enkelt att hålla kontroll över kostnader tack vare ett bra uppföljningssystem.
- Alla aktiviteter registreras direkt i SAP [15].

5.5.2 AM system – Underhåll

Ett annat underhållssystem som finns på marknaden är AM systems program Underhåll. Den stora skillnaden gentemot Easy PM är att AM systems variant inte är integrerad med SAP. För övrigt innehåller systemet alla de delar som bör ingå i ett underhållssystem.

Underhåll är även skapat för att förenkla samarbetet med såväl kunder som leverantörer. Systemet innehåller bland annat följande funktioner.

- Förebyggande underhåll med planering
- Felrapportering med automatiska arbetsorder till underhållsavdelningen.
- Historik och statistik av återkommande fel.
- Inköphantering och förrådshantering (ej kopplat till SAP).
- Molnbaserat med åtkomst från såväl mobiler som datorer [16].

5.6 Sammanfattning av underhållssystem

Av de två underhållssystem som undersökts under studien anses Implema Easy PM lämpligast för företaget tack vare dess samkörningsförmåga med SAP. Fördelarna med att ha all data sammanlänkat i ett och samma system överväger de merkostnader som systemet står för. Tyvärr ledde inte de samtal som utfördes med Implema till

några uppskattade kostnader för Easy PM då det skiljer sig kraftigt mellan olika organisationer. Det rör sig dock inte om några hutlöst stora summor och systemet är anpassat till små och medelstora företag vilket studiens företag passar in bland.

Dagens process för reservdelshantering är som nämndes i nulägesanalysen mycket omständligt. Istället för att underhållsarbetaren skriver på en papperslista när han plockar ut något ur reservdelslagret så sker en automatisk koppling till SAP när en arbetsorder utförts i systemet. Lagersaldot sänks på det viset direkt istället för att en anställd på kontoret skall behöva gå ut i fabriken, hämta listan, gå tillbaka till sin dator och skriva in i SAP vilka delar som använts. Denna procedur står idag för 40 % av en kontorsanställds arbete. Detta är arbete som med hjälp av Easy PM direkt hade blivit eliminerat.

De största vinsterna med ett underhållssystem är att arbetet kring underhåll och TPM blir organiserat. Planeringen och statistiken som systemet ger upphov till underlättar för arbetet med ständiga förbättringar. Såväl underhållspersonal som operatörer måste i nuläget ta sig till bålet mitt i fabriken för att rapportera respektive ta emot ett underhållsarbete. När underhåll utfört sitt arbete måste de ta med sig sitt felanmälningspapper till underhållsavdelningen som är belägen i andra delen av fabriken. Väl där matas informationen in i loggboken. Med hjälp av ett underhållssystem som är molnbaserat kan operatörerna lämna en felanmälan på plats vid maskinen via en mobiltelefon eller surfplatta. Underhållspersonalen får ett larm i sin mobiltelefon och kan även han fylla i sin rapport i mobiltelefonen under tiden arbetet utförs. Vid enklare arbeten som operatören själv utför kan han även få tillgång till instruktioner över arbetet direkt i sin mobiltelefon. Tidsbesparingarna med ett underhållssystem är som väntat många!

Alla felrapporter och uttag av reservdelar ligger till grund för statistik som underlättar uppföljningsarbetet för företaget. Systemet räknar själv ut när det är dags att beställa reservdelar samt hur många som bör finnas i lager. Statistiken ligger till grund för att finna återkommande fel i produktionen. När dessa uppkommer kan planerade underhållsarbeten läggas in i systemet med det tidsintervall som önskas mellan underhållen. Beställningspunkter för reservdelar tar hänsyn till när det är planerade underhåll inplanerade så att det alltid finns reservdelar tillgängliga. Ett planerat underhåll kan även tillägnas en specifik anställd. När det är dags för underhåll får den personen ett meddelande på sitt användarkonto.

Eftersom operatörerna själva skall utföra stora delar av underhållsarbetet när det gäller enklare sysslor är ett underhållssystem nödvändigt. Inte bara för att det innehåller manualer, utan om operatören är osäker på vad som skall göras kan han söka på tidigare fel av samma karaktär och läsa sig till hur problemet löstes senast. På det viset kanske han inte behöver tillkalla underhållsavdelningen utan klarar av att lösa problemet på egen hand.

Företaget är även tvunget att föra statistik över nyckeltal som MTBF och MTTR för att upprätthålla sina ISO-certifikat. Som det ser ut idag kan detta göras med hjälp av Excel-filen som skapats i detta projekt, men utfallen är inte 100 % pålitliga då det lätt skrivs

fel i loggboken. Det var till exempel vanligt förekommande att underhåll skrivit att deras åtgärd av problemet var klar innan dess att operatören anmält felet. Fel av detta slag leder till att hela MTBF-värdet blir felaktigt i slutändan. Med ett underhållssystem erhålls felmeddelanden om fel tid skulle matas in. Det är dessutom inte lika lätt att radera poster som i Excel där man lätt kan radera en rad. Ett annat problem med Excel-filen är att datum och tid måste matas in på exakt rätt sätt, skrivs klockslaget med en punkt, exempelvis 20.00 istället för med kolon, 20:00 känner inte Excel av att det är en tid och värdena blir fel. Ett underhållssystem tillåter inte att sådana fel inträffar utan uppvisar i så fall ett felmeddelande.

Företaget har som målsättning att öka sin produktion med 65 %. Detta är en kraftig ökning som kräver stora förändringar inom produktionen för att bli möjlig. Vill företaget lyckas med sitt mål krävs en effektivisering av underhållsarbetet, som uppvisats i resultatdelen står oplanerade stopp för en missad produktion som är en bra bit på vägen mot det uppsatta målet. Med tanke på att ett underhållssystem kommer att behövas innan år 2020 är det lika bra att införa ett ordentligt system med de bästa förutsättningarna till att lyckas redan från början.

5.7 Felkällor

Nedan beskrivs vilka felkällor som uppstått under arbetets gång. Konsekvenserna av dessa diskuteras samt vad som kunde ha gjorts annorlunda.

Vid beräkningar av MTBF och MTTR i resultatdelen har 16 värden tagits bort ur loggboken. Denna åtgärd krävdes då felanmälningarna var felaktigt rapporterade, ett återkommande fel var att rapporten uppvisade negativ reparationstid, det vill säga underhåll har rapporterat att arbetet är utfört innan dess att felet inträffat. För att kunna få fram nyckeltalen ur loggboken krävdes det att samtliga värden var positiva. De felaktiga värdena valdes att tas bort istället för att uppskattas då det är svårt att uppskatta tiden det tog att utföra arbetet.

Den missade produktionen per år som i nulägesanalysen beräknades till 226 916 enheter är enbart beräknad utefter loggboken som sträcker sig under åtta månader. Det är dessutom en grov uppskattning som bygger på en produktion utan buffertlager där hela produktionen stannar så fort en maskin stannar. I verkligheten har vissa maskiner lägre takt vilket leder till att produktionen kan jobba ikapp vad andra maskiner missar. Men beräkningen utfördes för att påvisa hur stor förlust enbart underhållsarbetet leder till, jämfört med den bästa av världar där linan har samma takt och inga buffertlager.

Felanmälningarna i loggboken tar inte hänsyn till om maskinen stått still under hela reparationstiden eller inte, i detta arbete har utgångspunkten varit att maskinen står still genom hela reparationstiden, då detta är vanligast förekommande. För att minimera påverkan vid beräkningar av de gånger när maskinen inte står stilla har medianvärdet

använts istället för medelvärdet när detta ansetts lämpligt. I vissa fall har nämligen reparationstiden uppgått till över en månad, men felet har inte påverkat maskinens produktionskapacitet. Detta leder till att medelvärdena är kraftigt övervärderade tidsmässigt.

Tidsperioden som loggboken motsvarar om 8 månader är i kortaste laget för att dra slutsatser om återkommande fel i produktionen. Fel på maskiner kan uppkomma periodvis och därmed leda till något missvisande resultat.

Takten i flaskhalsen uppges vara 104 enheter/timma, men takten som används vid beräkningar av produktionsmängd med mera är satt till 94 enheter/timma. Anledningen till detta är att tabellen som uppvisar flaskhalsens takt av 104 inte tar hänsyn till kassationer. Källorna av dessa värden härstammar även från något olika tidpunkter och produktionsstakten har ökat något. Vid beräkningarna av potentiella besparingar har dock det lägsta värdet använts av hänsyn till försiktighetsprincipen.

När underhåll rapporterar tider i loggboken uppskattas och avrundas ofta tidpunkterna för detta. Då ett stort antal felrapporter granskas tar dessa avrundningsfel mer eller mindre ut varandra. Men en liten felkälla uppkommer på grund av detta.

6 Slutsats

Som det ser ut idag så finns det mycket att utveckla på företaget när det kommer till underhållsarbetet. Med relativt enkla metoder kan stora summor sparas och produktionsvolymen ökas. För att få bukt med problemen behöver företaget vidta följande åtgärder:

- **Involvera operatörerna** i det dagliga underhållsarbetet. Enkla arbeten bör utföras av operatörerna själva för att frigöra tid hos underhållspersonalen.
- Utnyttja den frigjorda tiden hos underhållspersonalen till att utföra mer planerade underhåll. På så sätt kommer mängden oplanerade underhåll att minska.
- Inför daglig tillsyn, vilket innebär att operatörerna dagligen ser till att maskinerna fungerar som de ska. Upptäcks något som inte står rätt till skall detta åtgärdas innan det orsakar ett stopp.
- Hitta källan till felet genom 5-varför. När grundorsakerna lokaliserats gäller det att antingen åtgärda problemet eller lägga in planerade underhåll som leder till att problemet inte orsakar några fler återkommande oplanerade stopp.

För att underlätta åstadkommandet av ovanstående punkter är studiens slutsats att ett underhållssystem bör implementeras. Under studiens gång stod det klart att en uppsjö av färdiga system för underhåll redan existerar på marknaden. Av de system som undersökts anses Easy PM vara mest lämpat för företaget med tanke på programmets koppling till SAP. Genom en implementering av detta system underlättas dagens omständliga procedurer för felanmälan och reservdelshantering. Det gör det enklare att

involvera operatörerna i arbetet då systemet innehåller alla manualer, handböcker samt tidigare åtgärder som kan behövas för att de skall utföra enkla arbeten på egen hand. Genom statistik och data som systemet beräknar underlättas arbetet med att finna grundorsaker och mönster som orsakar återkommande fel. Planerade åtgärder kan därefter bokas in i systemet så att uppgifterna inte glöms bort.

Ett underhållssystem medför många fördelar. Utan ett gediget underhållssystem blir det svårt att få någon struktur på underhållsarbetet och den stora vinstpotentialen blir svårt att uppnå till fullo. Ett väl utfört underhållsarbete där ovan nämnda problem lyckas åtgärdas har potential att utöka företagets produktionskapacitet med drygt 70 000 enheter per år. En ökning med drygt 10 % gentemot dagens produktion motsvarande cirka 18 MKR per år.

6.1 Framtida arbete

När företaget implementerat ett fungerande underhållssystem är det lägligt att fortsätta arbetet med att införa ett fullständigt TPM-arbete. Japan Institute of Plant Maintenance har tagit fram en 12-stegsmodell för implementering av TPM [1]. Nedan diskuteras en anpassad variant av denna föreslagen till det företag som studien avser. Företaget behöver dock skaffa sig en grund att stå på och goda kunskaper om var problemen i underhållsarbetet ligger innan arbetet med TPM kan inledas. Ett välutformat underhållssystem lägger grunden för detta arbete.

1. 5S

Som nämnts tidigare är det svårt att lyckas införa ett TPM-arbete om företaget inte sedan tidigare arbetat med 5S. Företaget bör därför inleda sin utvecklingsprocess med att städa och strukturera sin arbetsplats. Detta arbete kan fortlöpa undertiden som kommande 5 steg genomförs. Det viktigaste är att ordning och reda består efter ett genomfört 5S-arbete och inte återgår till det normala igen.

2. Informera hela personalen om beslutet att införa TPM.

Företaget måste informera hela personalstyrkan om att beslutet att jobba med TPM fattats. Det är även viktigt att det finns en förklaring till varför, i företagets fall kopplat till den stora andelen oplanerade underhåll och att de vill involvera operatörerna i underhållsarbetet.

3. Utbilda personalen angående TPM.

Personalen måste få grundläggande utbildning i vad TPM är och hur det kommer påverka företaget och deras sätt att arbeta. För att åstadkomma en lyckad implementering är det personalen själv som måste inse vinsterna som TPM kan ge. TPM är en filosofi som kräver allas deltagande. Det kan räcka att ett fåtal i personalen motsätter sig idén och utför arbetet på samma sätt som vanligt för att

TPM-arbetet skall misslyckas och förändringen uteblir. För att motverka detta är det av yttersta vikt att personalen utbildas och involveras i förändringsprocessen.

4. Utse en ansvarig person i organisationen för det framtida TPM-arbetet.

Det kommer uppstå en omställningstid där personalen stundvis tvivlar på metoden eller inte följer de satta rutinerna för det nya TPM-arbetet. Desto fler händelser av detta slag som inträffar desto större är risken att implementeringen ebbat ut och resulterar i att arbetet återgår till det normala. Redan från start skall av denna anledning en person utses till ansvarig för TPM-arbetet. Det spelar ingen roll vilken position den anställde har i företaget, det viktigaste är att han eller hon är drivande, engagerad och framför allt tror på hela TPM-konceptet. Den TPM-ansvariges uppgift kommer sedan bli att se till så att resterande personal följer de satta rutinerna och att TPM-arbetet fortlöper.

5. Formulera TPM-regler och mål för företaget.

Företaget fastställer sina mål med ett TPM-arbete. I företagets fall, minska de oplanerade underhållen från dagens nivå på 73 % till 30 % innan förslagsvis år 2020 då deras stora målsättning om en produktion av en miljon enheter per år är tänkt att vara uppfylld.

Här fastställs även reglerna angående att involvera operatörerna i underhållsarbetet och på vilket sätt underhållet skall fördelas mellan operatörer och underhållsavdelningen.

6. Utforma en plan för företagets utveckling med TPM.

Ständiga förbättringar är en viktig del i TPM. Företaget kan inte implementera alla delar i TPM på alla delar i verksamheten direkt. Det krävs en långsiktig plan över hur arbetet skall utföras. Företaget bör inledningsvis fokusera på att effektivisera flaskhalsen då denna styr fabriken produktionsmängd. När personalen börjar känna sig bekväma i att arbeta med planerade underhåll och att operatörerna utför de enklare underhållen kan de succesivt påbörja arbetet med de övriga operationerna i processen.

7. TPM-kickoff.

Anordna en kick-off i samband med införandet av TPM, den skall utföras utanför företagets lokaler och ses som en rolig aktivitet som knyter de anställda närmre varandra och förbättrar samarbetet inför det kommande TPM-arbetet.

8. Påbörja förbättringsmetoder, fokusera på flaskhalsen.

Påbörja det nya arbetsprogrammet som planerades under det femte steget. Som nämnts tidigare är det viktigt att inte starta arbetet i full skala utan påbörja arbetet vid företagets flaskhals. Vid det här laget när alla ovanstående steg utförts har

företaget en god grund att stå på och personalen är förhoppningsvis positivt inställda till helheten bakom TPM när de genomgått utbildningen. Detta lägger en god grund för den framtida utvecklingen av arbetet.

9. Jobba aktivt för att förbättra underhållskompetensen bland de anställda.

Utbilda operatörerna till att klara av de mest frekvent uppkomna underhållsarbena själva och involvera dem i arbetet. När en maskin står still och operatören inte själv har kunskapen att åtgärda felet skall operatörerna ändå vara med vid reparationen, på så sätt får han eller hon möjlighet att lära sig av underhållsarbetaren och kanske klarar av att utföra åtgärden själv nästa gång.

10. Utforma ett program för att undersöka statistik och finna orsaker till återkommande fel, ständiga förbättringar.

Underhållssystemet bidrar med statistik och information om vanligt uppkommande underhållsarbeten. Arbetet med att bestämma vad som skall utföras som planerade underhåll och hur frekvent dessa skall läggas in i systemet måste dock bestämmas och läggas in i systemet.

En grupp bör tillsättas som är ansvariga för att granska statistiken, använda fem varför för att gå till botten med felet och finna grundorsakerna till dess uppkomst. De ansvarar även för att motverka uppkomsten av dessa frekventa fel genom att utforma planerade underhåll.

Gruppen bör bestå av personen som utsetts till TPM-ansvarig, företagets kvalitetsansvarige samt personal från underhållsavdelningen. Underhållsavdelningen känner bäst till maskinerna och är mest lämpade till att finna grundorsakerna till felet. För att frigöra tid åt underhållsavdelningen som de kan spendera på detta arbete är det dock viktigt att arbetet med att involvera operatörerna i underhållsarbetet fungerar. Underhållsavdelningen har inte tiden som krävs att utföra allt på egen hand.

11. Sträva efter att nå satta TPM-mål och fortsätt sedan att sätta nya mål.

Arbeta med ständiga förbättringar och förbättringshjulet för att hela tiden utveckla företaget framåt. När satta målsättningar uppnås skall nya utformas. Det är viktigt att alltid sträva framåt annars är det lätt att arbetet återgår till ett rutinmässigt arbete igen och utvecklingen stannar upp.

Referenser

1. Möller, Jürgen (1998). *Underhållsteknik*. Stockholm: Liber.
2. Tonnquist, Bo (2014). *Projektledning*. Stockholm: Bo Tonnquist och Sanoma utbildning AB.
3. Bergman, Bo; Klefsjö, Bengt (2012). *Kvalitet från behov till användning*. Lund: Studentlitteratur.
4. Chen, Lixia; Meng, Bo (2011). *The Three-stage Method for Chinese Enterprises to Deploy TPM*. [Elektronisk]. Canadian Research & Development Center of Sciences and Cultures; Canadian Academy of Oriental and Occidental Culture.
Tillgänglig: <<http://ezproxy.server.hv.se/login?url=http://search.proquest.com.ezproxy.server.hv.se/docview/864755636?accountid=14825>> [2015-04-14]
5. Susan Stanely (2011). *MTBF, MTTR, MTTF & FIT. Explanation of Terms*. [Elektronisk] IMC Networks. Tillgänglig: <<http://www.bb-elec.com/Learning-Center/All-White-Papers/Fiber/MTBF,-MTTR,-MTTF,-FIT-Explanation-of-Terms/MTBF-MTTR-MTTF-FIT-10262012-pdf.pdf>> [2015-04-17]
6. Chee-Cheng Chen (2013). *A developer autonomus preventive maintenance programme using RCA and FMEA*. [Elektronisk] International Journal of production Research Tillgänglig: <<http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.775521>> [2015-05-12]
7. 5S. [Elektronisk]. Canea Consulting Group.
Tillgänglig: <<http://www.canea.se/konsulttjaenster/organisation-effektivisering/5s>> [2015-04-15]
8. José H. Ablanedo-Rosas , Bahram Alidaee , Juan Carlos Moreno & Javier Urbina (2010). *Quality improvement supported by the 5S, an empirical case study of Mexican organizations*. [Elektronisk]. International Journal of Production Research.,
Tillgänglig: <<http://dx.doi.org/10.1080/00207540>> [2015-04-15]
9. Uthiyakumar Murugaiah, Samuel Jebaraj Benjamin, M. Srikamaladevi Marathamuthu, Saravanan Muthaiyah, (2010). *Scrap loss reduction using the 5-whys analysis"*, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27 Iss: 5, pp.527 - 540 [Elektronisk] International Journal of Quality & Reliability Management
Tillgänglig:
<<http://dx.doi.org.ezproxy.server.hv.se/10.1108/02656711011043517>> [2015-04-16]
10. Modig, Niklas; Åhlström, Pär (2013). *Detta är Lean*. Stockholm: Stockholm School of Economics Institute for Reaserch.
11. Liker, Jeffrey K. (2009). *The Toyota Way*. Malmö: Liber.
12. Muntlig: Johan Hedlund. Anställd på Implema. [2015-04-22]

13. *Underhåll Implema Easy PM* [Elektronisk] Implema. Tillgänglig: <<http://www.implema.se/losningar/paketlosningar/underhall/>> [2015-04-22]
14. *Gunnar Dafgård bytte akuta arbeten mot förebyggande* (2006) [Elektronisk] Implema. Tillgänglig: <<http://www.implema.se/artiklar/kundcase-nyheter/2006-03-01/gunnar-dafgard-bytte-akuta-arbeten-mot-forebyggande/>> [2015-04-22]
15. *SAP PM med cockpit ger effektivare underhåll hos ESBE* (2009) [Elektronisk] Implema. Tillgänglig: <<http://www.implema.se/artiklar/kundcase-nyheter/2009-08-14/sap-pm-med-cockpit-ger-effektivare-underhall-hos-esbe/>> [2015-04-22]
16. Am System. [Elektronisk] Tillgänglig: <<https://www.amsystem.com/sv/system/underhallssystem/?gclid=CJjRzJ3I68QCFaPNcgodgZwA9Q>> [2015-04-28]
17. Sondalini, Mike (2015). *6 Ways to Improve Maintenance and Production*. [Elektronisk]. Lifetime Reliability. Tillgänglig: <http://www.lifetime-reliability.com/free-articles/enterprise-asset-management/6_ways_to_improve_Maintenance_and_Production.pdf> [2015-04-10]
18. Björklund, Maria; Paulsson, Ulf (2012). *Seminarieboken*. Lund: Studentlitteratur AB.
19. Backman, Jarl (2011). *Rapporter och uppsatser*. Lund: Studentlitteratur AB.
20. Goldratt, Eliyahu M (1993). *Målet*. Lund: Velocity Management Group AB.
21. Lindahl, Eva (2005). *Referenshantering i "Tekniska arbeten"*. [Elektronisk]. Högskolan Väst. Tillgänglig: <http://www2.bibliotek.hv.se/public/exarb/referenshantering_tekn.doc> [2015-04-15]
22. Muntlig: Anställda på olika positioner vid företaget har löpande använts som källa. Av sekretesskäl omnämns inga namn till dessa källor.

A. Underhållsloggbok

Nedan visas skärm dumpar av loggbokens olika delar.

Underhållsloggbok:					
Anmält kl. Ex: 2013-02-08 00:12	Maskin:	Felbeskrivning	Påbörjad reparation Ex: 2013-02-08 00:12	Avslutad reparation Ex: 2013-02-08 00:12	Vilken åtgärd utfördes för att lösa problemet
2014-07-13 10:30	10011	Sensor löser ut vid varje laddning	2014-07-13 11:00	2014-07-13 11:45	Bytt en felaktig sensor och två reflexer
2014-08-07 08:00	10005	Larm nödstopp kan inte återställas	2014-08-11 07:00	2014-08-11 08:00	Inget program i datan. Laddat nytt. Slavmodul kass på PLC:n Bytt modul
2014-08-07 09:00	10017	Mätmaskinen orkar inte höja och sänka sig själv, dåligt lufttryck	2014-08-11 09:30	2014-08-11 13:00	Justerat strypventiler, cylinder plus smörjt.
2014-08-11 11:40	10016	Maskinen löser ut i y-rörelse. Larm finns nedskrivna vid maskinen.	2014-08-11 11:50	2014-08-11 12:10	Bytt reglerkort y-axel
2014-08-11 17:00	10020	Fuktsensor löst ut	2014-08-11 18:30	2014-08-11 19:00	Demonterat och gjort rent fuktsensorn
2014-08-12 04:15	10013	Dörr kass	2014-08-12 06:15	2014-08-12 07:45	Bytt löphjul bak
2014-08-12 06:00	10006	Utbana fastrat igen	2014-08-12 06:00	2014-08-12 08:45	Bytt 2st länkar
2014-08-12 07:30	10042	Lansen i tvätten krockar med vevstaken.	2014-08-12 07:35	2014-08-12 08:00	Justerat lansen

Fliken underhåll innehåller själva loggboken, här matar underhållsavdelningen in vad som har hänt och vad som är åtgärdat. Denna flik innehåller även mycket uträkningar som presenteras i fliken maskiner, dessa uträkningar är dock dolda för underhållsarbetarna för att göra deras arbete så tydligt och enkelt som möjligt.

Under fliken Maskiner uppvisas MTBF och MTTR för alla olika maskiner.

Projekt nummer	Projektnamn	OP	Antal fel:	MTTR (Totalt)	MTTR (Enbart reparation)	Tid mellan uppkommet fel och reparation	MTBF
10001	OP10 Makino D4	10	3	50,0833333	0,5	49,58333333	956,875
10009	OP10 Gam fräsen	10	15	10,57	0,288888889	10,28333333	235,3214286
10010	OP10 Nya fräsen	10	16	2,828125	0,979166667	1,848958333	242,8
10036	OP10 EWS D9 nya fräsen	10	0	#####	#####	#####	0
10041	OP10 EWS MD13 nya fräsen	10	1	0,583333333	0,5	0,083333333	#DIVISION/0!
10056	OP10 Robot gamla fräsen	10	3	0,527777778	0,444444444	0,083333333	1601,916667
10057	OP10 Robot nya fräsen	10	1	0,416666667	0,166666667	0,25	#DIVISION/0!
10070	OP10 EWS Gamla fräsen	10	0	#####	#####	#####	0
10002	OP20 Makino MD13	20	1	0,75	0,5	0,25	#DIVISION/0!
10014	OP20 Stama 1	20	17	5,43137255	1,235294118	4,196078431	179,8177083
10016	OP20 Stama 2	20	20	9,695833333	2,1625	7,533333333	150,1929825
10017	OP20 Stama 3	20	35	20,0690476	1,802380952	18,26666667	#OGILTIGT!
10020	OP20 Stama 4	20	20	7,10416667	1,13	5,974166667	205,4692982
10019	OP20 Stama 5	20	10	21,0666667	3,258333333	17,80833333	410,962963
10032	OP20 Lehnert Stama 2	20	4	0,833333333	0,4375	0,395833333	407,3611111
10033	OP20 Lehnert Stama 3	20	0	#####	#####	#####	0
10034	OP20 Lehnert D9 Grov	20	0	#####	#####	#####	0
10039	OP20 EWS Stama 4	20	1	1,5	1,5	0	#DIVISION/0!
10040	OP20 EWS Stama 1	20	7	2,0852381	0,864285714	1,120852381	270,2777778

De övriga två flikarna är till för att underlätta arbetet. Uträkaren används genom att värden sorterar ut ifrån fliken Underhåll. Här kan man sortera på datum, operationsnummer m.m. enligt eget önskemål. Dessa värden kopieras och klistras in i uträknaren, uträknaren räknar

då direkt ut ett antal nyckeltal på de felrapporter som sorterats ut. En funktion som sparar mycket tid om företaget vill undersöka några specifika maskiner och hur de interagerar tillsammans.

2																		
3	<table border="1"> <tr> <td>Antal inmatade värden:</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>MTRR (Totalt):</td> <td>19,2826</td> </tr> <tr> <td>MTRR (Enbart reparation):</td> <td>6,48918</td> </tr> <tr> <td>Uppkommet fel till påbörjadreparation:</td> <td>12,7935</td> </tr> </table>										Antal inmatade värden:	23	MTRR (Totalt):	19,2826	MTRR (Enbart reparation):	6,48918	Uppkommet fel till påbörjadreparation:	12,7935
Antal inmatade värden:	23																	
MTRR (Totalt):	19,2826																	
MTRR (Enbart reparation):	6,48918																	
Uppkommet fel till påbörjadreparation:	12,7935																	
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11	<p>Klistra in följande information nedan:</p> <p>Klistra in önskad information från underhållsfilen nedan för att räkna ut datan för den valda informationen. Välj alternativet "Klistra in värden".</p>																	
12	Anmält kl.	Maskin:	Fel	Påbörjad reparation	Avslutad reparation	Vilken åtgärd utfördes för att lösa problemet	Använd reservdel	Reparations-tid (Totalt)	Reparations-tid	Senaste fel	Tid sedan senaste fel (08: Av samma maskin)	Tid, Fel-reparation						
13	2014-09-06 15:30	10001	Spåner fast i spåntransportören	2014-09-06 16:00	2014-09-06 16:15	Rensat transportören Inga signaler på luckan, diverse justeringar och trix = OK??		0,75	0,25	No prior incident	0,00	0,5						
14	2014-09-08 04:00	10004	Palleväxlingsfel System för palleväxling	2014-09-08 06:00	2014-09-08 08:30	Sten startade om. Gjort rent under pallett		4,50	2,50	2014-09-07 11:00	17,00	2						
15	2014-09-14 04:00	10003		2014-09-14 04:00	2014-09-14 04:00			0,00	0,00	2014-09-03 18:30	249,50	0						
16	2014-09-15 17:30	10003		2014-09-15 17:50	2014-09-15 18:10			0,67	0,33	2014-09-14 04:00	37,50	0,33333333						
<p>Uträknare</p>																		

Admin-fliken används om företaget vill lägga till någon ny maskin eller operatör i programmet.

B. Felanmälningsblankett

FELANMÄLAN av maskinstörning GULT FÄLT FÖR OPERATÖR				AVANMÄLAN av maskinstörning GRÖNT FÄLT FÖR UNDERHÅLL				
Anmälan gjordes datum (ex 130201)	Anmälan gjordes klockan (ex: 20:45)	Anmälares namn eller signatur	Maskin utrustning enligt projekt lista (ex. 10020)	Jobbet påbörjat datum (ex 130201)	Jobbet påbörjat klockan (ex: 20:45)	Jobbet klart datum	Jobbet klart klockan	Utförare namn eller signatur
Felbeskrivning vad är det som inte fungerar?				Vilka åtgärder utfördes för att lösa problemet?				

Ovanstående bild visar den felanmälningsblankett som användes för felanmälning vid projektets start. I dagsläget används fortfarande den första halvan som fylls i av operatörerna. Resten av arbetet fylls dock in direkt i loggboken av underhållsavdelningen.

C. Produktionskapacitet

	Op.10	Op.20	Op.25	Op.30	Op.40	Op.50	Op.60
Teknisk kapacitet	180	145	150	124	140	120	150
Planerade stopp	5	10	10	5	5	5	5
Oplanerade stopp	10	25	20	15	25	5	20
Verklig output per timme	165	110	120	104	110	110	125

Ovanstående information har erhållits av företaget och visar företagets produktionskapacitet.

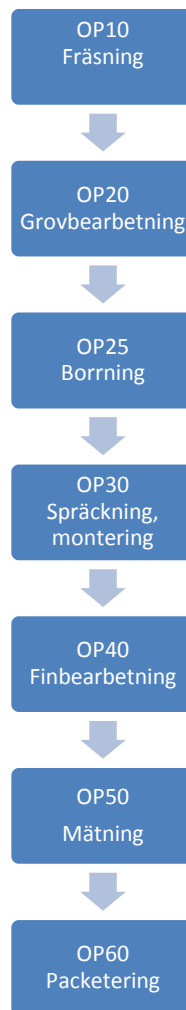
Andel missad produktion på grund av oplanerade stopp: 16 %

Andel oplanerade stopp av alla stopp: 73 %

	MTBF (Tim- mar)	MTTR (Tim- mar)	Avbrotts- tid (Tim- mar)	Tid mellan fel och på- börjad reparation (Tim- mar)
Median	151	0,67	1,42	0,33
Medel- värde	319	1,72	9,57	7,84

$$\text{Spilltid: } 1 - \frac{\text{Reparationstid}}{\text{Avbrottstid}} = 1 - \frac{0,67}{1,42} \approx 50\%$$

D. Processflöde



Ovanstående bild visar företagets processflöde uppdelat i dess olika operationsgrupper.