

Förstudie på tillståndsbaserat underhåll för IKEA Industry



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Industriell elektroteknik / IEA

Examensarbete:
Linus Jönsson

© Copyright Linus Jönsson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund <2006>

Sammanfattning

Detta projekt är en förstudie på området tillståndsbaserat underhåll. I studien har underhåll generellt undersökts, men framförallt har en djupare analys utförts på området tillståndsbaserat underhåll, beskrivning av de tekniker som är vanligast samt en undersökning på möjligheterna att införa tillståndsbaserat underhåll i några av Swedwoods fabriker. Projektet avslutas med en produktmatris och förslag på hur implementering av en metod för tillståndsbaserat underhåll skulle kunna införas i det nuvarande underhållssystemet.

Undersökningen som gjorts för att få svar på vilka objekt som är av intresse att övervaka är utförd på två av Swedwoods fabriker. Rapporten är sedan baserad på intervjuer med underhållscheferna på respektive fabrik. Objektet, som projektet har koncentrerats runt, är spånutsugningssystemet. Samtidigt som objektet i anläggningarna fastlogs bestämdes även vilka övervakningstekniker som respektive objekt skulle fokuseras kring. De tekniker som är av mest intresse för underhållscheferna är vibrations- och differentialtryckteknik. Dessa tekniker har i arbetet studerats mer djupgående.

Tillståndsbaserat underhåll tillhör kategorin förebyggande underhåll och används för att kontrollera hälsan på en maskin. Hälsan kan kontrolleras via olika tekniker som oljeanalys, vibrationsmätning, temperaturmätning, stötpulsmätning och termografi men även med hjälp av fysisk närvaro. Genom att arbeta med tillståndsbevakning av maskiner kan underhållet för produktionsprocessen planeras på ett enklare och mer kostnadseffektivt vis och därmed kan haveri förebyggas.

För att optimera arbetet med tillståndsbaserat underhåll behövs inte bara rätt utrustning för ändamålet utan även rätt kompetens. I denna studie har kompetensnivån på respektive fabrik inte betraktats utan fokus har varit på att undersöka vilka applikationer som är kritiska att övervaka samt vilka tekniker och instrument som kan användas för ändamålet. Implementationen av övervakningsinstrument till det befintliga underhållssystemet har också studerats. I rapporten ges förslag på hur insamlad data från verktyg kan presenteras.

Nyckelord: Tillståndsbaserat underhåll, underhållsstrategi, vibrationsmätning

Abstract

This project is a pre-study in the field of condition-based maintenance. The study has examined general maintenance, but above all, a deeper analysis conducted on the subject condition-based maintenance, description of the techniques that are most common, and a study on the feasibility of condition-based maintenance in some of Swedwoods factories. The project ends with a product matrix, and suggestions for implementing a method for condition based maintenance could be introduced in the current maintenance system.

The survey carried out to find answers to the items that are of interest to monitor is performed on two of Swedwoods factories. The report is then based on interviews with maintenance supervisors in each factory. The object, as the project has centered around, is the dust extraction system. While the object of the plants was set it was also determined which monitoring techniques that each item would be focused on. The techniques that are of most interest, for the maintenance managers to use is vibration - and differential pressure technology.

Condition-based maintenance are categorized as preventive maintenance and is used to check the health of a machine. Health can be controlled through various techniques such as oil analysis, vibration measurement, temperature measurement, shock pulse measurement and thermography but also through physical presence. By working with the state of surveillance equipment, maintenance can be scheduled for production in a simpler and more cost-effective manner and prevent breakdowns.

To optimize the process of condition-based maintenance the knowledge and experience is equal important as the equipment. In this study the skill level at each factory has not been considered and the focus has been to explore the applications that are critical to monitor as well as the techniques and instruments that may be used for the purpose. The implementation of monitoring instruments to the existing maintenance system has also been studied. The report suggests how the data collected from the tool can be presented.

Keywords: Condition-based maintenance, preventive maintenance, vibration technology

Förord

Detta projekt har utförts på uppdrag av Swedwood och utgör den avslutande delen i min högskoleingenjörsutbildning inom elektroteknik med inriktning automation vid Lunds Tekniska Högskola, Campus Helsingborg. Jag vill tacka min handledare Mathias Persson, maintenance manager Swedwood och Per Dahlen, teknikchef Swedwood, samt Lennart Nordkvist, HR Swedwood. Jag vill också rikta ett tack till alla underhållschefer på företaget.

Helsingborg, Juni 2013.

Linus Jönsson

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problembeskrivning	1
1.3 Syfte och målsättning	2
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Generell metod	2
1.6 Litteratur	3
1.7 Intervjuer	4
1.8 Swedwood	4
2 Underhåll	5
2.1 Underhålls strategier	5
2.1.1 Avhjälpande underhåll (AU)	5
2.1.2 Förebyggande underhåll (FU)	6
2.1.3 Tillståndsbaserat underhåll	6
2.1.4 Förutbestämt underhåll	7
2.2 Metoder	7
2.3 Driftsäkerhet	8
2.3.1 Funktionssäkerhet.....	10
2.3.2 Underhållsmässighet.....	10
2.3.3 Underhållssäkerhet	10
2.4 Ekonomisk betydelse	11
3 Tillståndsbaserat underhåll	11
3.1 Förarbete	12
3.2 Haveriförlopp	12
3.3 Metod	13
3.4 Underhållsplan	14
3.4.1 Datainsamling	15
3.4.2 Analys	16
3.4.3 Arbetsorder, korrigerig och verifiering	16
3.5 Tillståndsbaserat underhåll som strategi	16
3.5.1 Fördel.....	17
4 Metoder	18
4.1 Stötpulsmätning	18
4.1.1 Användningsområde	18
4.1.2 Funktion	18
4.2 Termografi	18
4.2.1 Användningsområde	18
4.2.2 Funktion	19
4.2.3 Förutsättningar	19
4.3 Ultraljud	20

4.3.1 Mekaniskt Användningsområde	20
4.3.2 Elektriskt användningsområde	20
4.3.3 Ytterligare användningsområden.....	20
4.3.4 Fördelar	20
4.4 Vibrationsövervakning	21
4.4.1 Användningsområde	21
4.4.2 Tidig problemindikation	21
4.4.3 Metod.....	21
4.5 Tribologi	22
4.5.1 Användningsområde	22
4.5.2 Funktion	22
4.5.3 Ytterligare funktion	22
4.5.4 Påverkan.....	22
5 Analys av vibrationsmätning	23
5.1 Vibration.....	23
5.1.1 Definition av vibration.....	23
5.1.2 Vibrationskälla.....	23
5.1.3 Mätning av lager i en maskin.....	24
5.1.4 Förutsättning för mätning	24
5.1.5 Mätning med instrument.....	25
5.1.6 Instrument	25
5.1.7 Signalbehandling	27
5.1.8 Fast Fourier Transform	27
5.1.9 Upptäckta fel vid mätning	28
6 Fabriken i Älmhult.....	28
6.1 Val av objekt.....	28
6.1.1 Sammanställning av intervjun	29
6.1.2 Kritisk nivå.....	30
6.1.3 Beskrivning av ritning	30
6.1.4 Ritning.....	31
6.1.5 Funktion	31
6.1.6 Underhåll i dagsläget	32
6.1.7 Haverihistorik	32
6.1.8 Tillståndsmätning av filter.....	33
7 Fabriken i Portugal, Porto, Pacos de Ferreria.....	33
7.1 Val av objekt.....	33
7.1.1 Varför spånutsugningssystemet	33
7.1.2 Haverihistorik och ny underhållsplan.....	34
7.1.3 Funktion	34
7.1.4 Ritning.....	35
7.1.5 Varför tillståndsövervakning	36
8 Implementering	37

8.1 Dokumentation	37
8.2 Förändrad process	37
8.3 Övergripande funktion	37
8.4 Överblick av underhållssystemet.....	38
8.5 Dynamiskt system	38
8.6 Dataöverföring från operatörsenhet till Tekla	40
9 Produktmatris.....	40
10 Slutsats och diskussion	41
11 Appendix: Förklaring av ord och begrepp	43
12 Referenser	44

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Swedwood ingår i Ikeas industrigrupp vilket innebär att Ikeas expansion och framtidsplaner direkt påverkar Swedwood. Kraven som ställs när det gäller produktionen av möbler blir således hårdare dels vad det gäller leveranstider men också vad det gäller kvalitet.

Det krävs därför optimering och effektivisering av arbetet inom organisationen i alla led, vilket Swedwood också gör i deras LEAN-program. En del av denna utvecklingsplan berör underhållsorganisationen och dess strävan efter att bli mer effektiva i arbetet dels i sin helhet men också på individnivå. Ett steg i denna process behandlas i detta examensarbete nämligen tillståndsbaserat underhåll. Med strävan efter är att gå från avhjälpande underhåll mot mer förutbestämt underhåll med målet att öka och säkra kvaliteten på produkterna och säkerställa tillgängligheten på maskinerna på fabrikerna samt öka säkerheten och miljön i anläggningen.

1.2 Problembeskrivning

På Swedwoods fabriker finns idag ingen kontinuerlig tillståndskontroll på varje produktionsutrustning eller kringutrustning (den utrustning som inte ingår direkt i produktionen men som fortfarande är kritiska för att produktionen ska flyta) som exempelvis spånutsugningsfläktarna och spånfiltret. Ett haveri på en sådan komponent innebär i värsta fall ett oplanerat underhåll och oplanerat produktionsstopp som i sin tur innebär onödiga kostnader. Genom tillståndskontroll på utvalda komponenter hade ett eventuellt haveri kunnat förutses. Underhållsorganisationen hade i god tid haft möjlighet att planera underhållet och på så sätt arbetat i förebyggande syfte.

På de två fabriker som studerats i detta projekt arbetar underhållspersonalen med både avhjälpande underhåll och förutbestämt underhåll. Det preventiva underhållet innebär daglig rondering i maskinparken då man putsar givare, smörjer system, kontrollerar temperatur etc. Genom månadskontroller, halvårskontroll och årskontroll utförs också åtgärder i förebyggande syfte. Det preventiva underhållet är till viss del också outsourcat till leverantörer av utrustning som t.ex. många av de helautomatiserade robotarna. Även i detta fall, som studien berör, är det extern personal från leverantörerna som utför

underhåll på spånutsugningssystemet. Ett önskvärt tillvägagångssätt vore alltså att internt ha mer kontroll och kunskap om just detta system.

1.3 Syfte och målsättning

Detta projekt har som uppgift att göra en studie på tillståndsbaserat underhåll inom Swedwood. Målet är att i två olika fabriker hitta kritiska maskinobjekt vilka är av intresse att övervaka med tillståndsmetoder.

- Utföra en generell studie på tillståndsbaserat underhåll
- Djupare studie på specifika metoder för tillståndsövervakning
- Undersöka vilka datainsamlingsverktyg som är rimliga att använda
- Skapa en produktmatris
- Ge förslag på hur mätresultaten kan implementeras i Swedwoods nuvarande underhållssystem

1.4 Avgränsningar

Projektet är begränsat till att behandla två olika kritiska objekt från två av Swedwoods fabriker. Studien av tekniker inom tillståndsbaserat underhåll behandlar de vanligaste metoderna och fördjupningsarbetet är begränsat till två olika övervakningstekniker. Arbetet har inte innefattat något praktiskt utförande utan behandlar bara ämnet i teorin. Det fanns i början av projektet en ide, om tid fanns, att testa ett verktyg som ett sista utförande. Men dessvärre har det visat sig att tiden inte har räckt till för detta. Det finns således ingen möjlighet att utvärdera eventuella mätresultat, då att mätvärdena ger oftast nyttig information över tid, när trender följs upp.

1.5 Generell metod

Projektet har angripits utifrån en s.k. masterplan i Swedwoods egna projektuppläggsprogram SPM. Masterplanen har fungerat som stomme i projektets tillvägagångssätt och grundat sig på de projektdirektiv som skapades inför arbetet. Objekten i masterplanstommen har varit

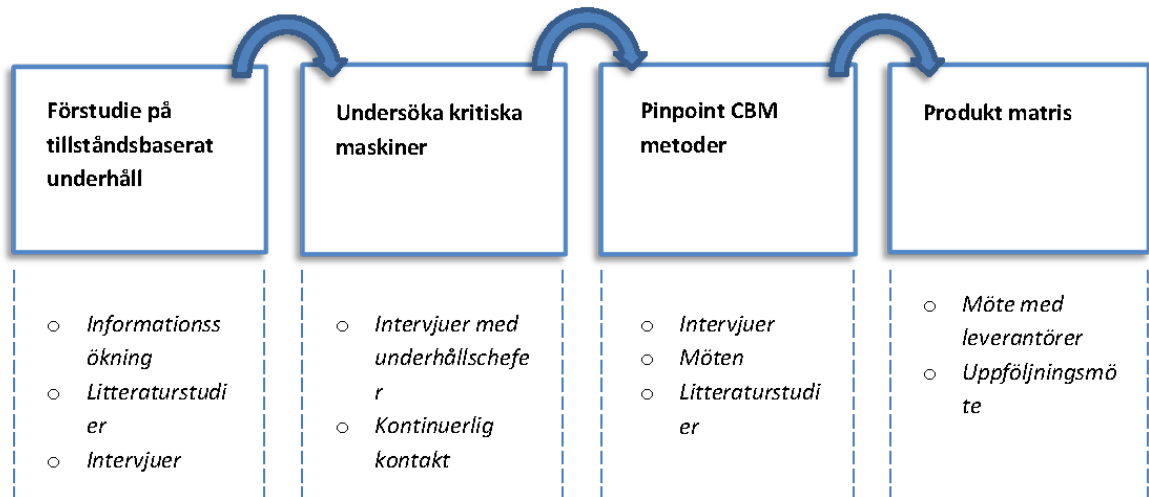


Fig 1. Metod och tillvägagångssätt av projektet

Dokumentationen har under arbetets gång sparats i Projectplace.

Under Första stegen i processen gjordes en litteraturstudie på tillståndsbaserat underhåll och underhåll generellt. Andra steget blev att planera ett antal olika intervjuer med underhållschefer för att finna eventuella intressenter, i form av produktionskritiska maskiner. Därefter gjordes ytterligare litteraturstudier och en mer teknisk djupdykning av de metoder som bestämts för de utvalda applikationerna. Som en sista del av projektet har olika verktyg för konditionsmätning presenteras ur en matris med för- och nackdelar och möjligheten att implementera dem i det nuvarande underhållssystemet.

1.6 Litteratur

Som ett första steg i arbetet gjordes en utförlig informationssökning, först och främst av underhåll generellt men också inriktat mot tillståndsbaserat underhåll. Sökning gjordes i LOVISA(LTHs egna nätbaserade bibliotek) som innehåller mängder med artiklar och avhandlingar inom de flesta områden. Information om vilken litteratur som är relevant för ämnet erhöles av UTEK(föreningen underhållsteknik), och många av förslagen gick att få tag i via universitets biblioteket.

Mycket av den information som mottagits under arbetets gång och som också har varit av mest vikt har varit ifrån intervjuer. Både intervjuer internet på Swedwood men också med leverantörer och underhållschefer. Kontakt har även etablerats med andra utomstående företag för att bredda kunskapen och för att ta lärdomar från andra organisationer och övriga industrier.

Kontakten med leverantörer och underhållscheferna har fortlöpt under hela projektet och möten har gjorts frekvent allt eftersom ny information har varit nödvändig att inhämta.

1.7 Intervjuer

Intervjuer har gjorts frekvent under arbetets gång med underhållschefer såväl som leverantörer. De inledande intervjuerna, som gjordes med underhållschefer, var planerade i förväg då de skulle vara grunden till fortsättning av arbetet. Resterande intervjuer som har skett kontinuerligt under projektets gång har gjorts efter behov och möjlighet. Dessa intervjuer har lett till vilka objekt i arbetet som ska studeras närmare, grundläggande information om underhåll och djupare förståelse av tekniker som används vid tillståndsbaserat underhåll. Intervjuerna har varit grundläggande för utförande av arbetet.

1.8 Swedwood

Swedwood startades 1991 med anledning av att tillhandahålla IKEAs lager med möbler i ett konstant flöde. Idag har Swedwood produktionsenheter i 11 länder vilket gör företaget till ett av de största möbeltillverkarna i världen. Swedwood kontrollerar hela kedjan, från förvaltningen av skog till sågverken och ända fram till tillverkningen av möblerna. Swedwood består av tre sektorer; Flatline, Solid wood och Board on frame. Varje fabrik tillhör någon av sektorerna och tillverkar olika produkter som ingår i varje sektor. Produkterna kan t.ex. vara PAX-serien, som de flesta känner till. Eftersom ca 95% av Swedwoods globala produktion går till IKEA, påverkar IKEAs framtidsplaner och ständiga expansion direkt Swedwoods framtid. Kraven på fabrikerna ändras således hela tiden. Kvaliteten ska öka och måste säkras, leveranssäkerheten måste också säkerställas etc. Utförandet i produktionen är därför under ständig utveckling och indirekt måste även underhållsarbetet utvecklas. Denna studie behandlar tillståndsbaserat underhåll och ger en bild över hur Swedwood eventuellt kan införa detta som ett steg i utvecklingsprocessen.

2 Underhåll

För att skapa en övergripande bild på vad underhåll är och hur arbetet med underhållsstrategier utförs är det viktigt att få en grundläggande definition av begreppet underhåll.

Underhåll definieras enligt Svensk Standard SS-EN som;

”Kombination av alla tekniska, administrativa och lednings åtgärder under en enhets livstid avsedda att vidmakthålla den i, eller återställa den till, ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion.” [1]

Underhåll kan sedan delas in i några olika underkategorier enligt bilden nedan. Dessa kategorier motsvarar direkt de underhållsstrategier som en organisation kan arbeta mot eller sträva efter.

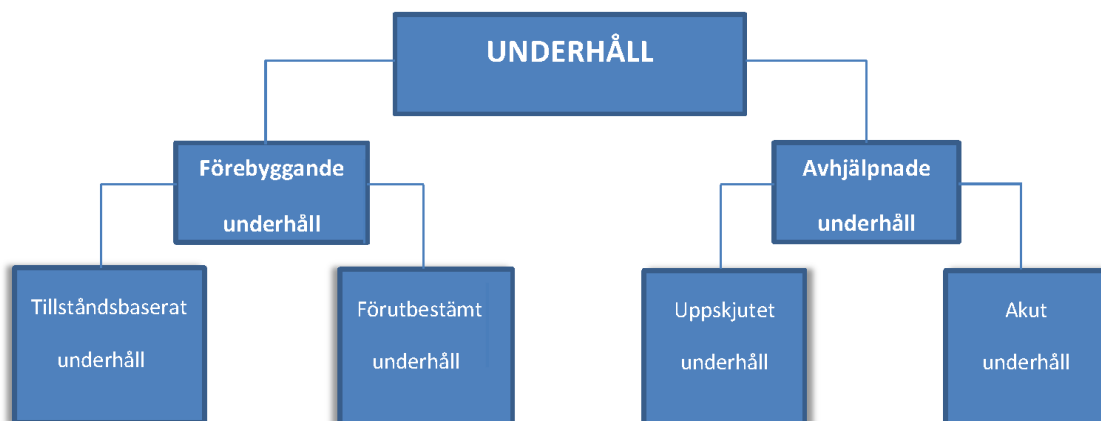


Fig 2. Underhållskategorisering (källa: [1], egen bearbetning)

2.1 Underhålls strategier

2.1.1 Avhjälpnade underhåll (AU)

Definieras enligt Svensk Standard , SS – EN 13306 som;

”Underhåll som genomförs efter det att funktionsfel upptäckts och med avsikt att få en enhet i ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion.”[1]

Denna strategi innehåller i sin tur kategorier, som t.ex. uppskjutet underhåll och akut underhåll. Det senare avser underhåll som sker då ett funktionsfel

precis upptäckts (dvs ”kör till haveri” –metod). Dessa kategorier består i sin tur av olika aktiviteter för att åtgärda fel som uppkommit.

Detta är en strategi som historiskt sett, inom industrin, varit den absolut vanligaste. Den finns fortfarande kvar till viss del, men utvecklingen går mer och mer från denna typen av underhållsstrategi och inriktar sig stegvis mer mot förebyggande underhåll.

En av anledningarna att denna strategi finns kvar, till en viss del, är att det finns applikationer/maskiner som är enkla att reparera och reservdelar oftast kan förvaras på plats. Detta innebär att det inte är lönsamt med annat underhåll.

Det finns även nyckeltal för att mäta de akuta åtgärderna; dessa är bl.a. MWT(Mean Waiting Time) och MTTR(Mean Time To Repair). Dessa mätetal är viktiga bl.a. för att dokumentera och presentera var underhållsorganisationen lägger sina resurser. [2], s. 16

MWT beräknas enligt följande : $MWT = \frac{\text{Total väntetid}}{\text{Antalet fel}}$

MTTR beräknas enligt följande: $MTTR = \frac{\text{Total reparationstid}}{\text{Antalet fel}}$

2.1.2 Förebyggande underhåll (FU)

Definieras enligt Svensk Standard, SS –EN 13306 som;

”Underhåll som genomförs vid förutbestämda intervall eller enligt förutbestämda kriterier och i avsikt att minska sannolikheten för fel eller degradering av en enhets funktion”. [1]

Förebyggande underhåll kan sedan delas upp ytterligare i tillståndsbaserat underhåll respektive förutbestämt underhåll.

Dessa begrepp definieras sedan enligt följande:

2.1.3 Tillståndsbaserat underhåll

”Förebyggande underhåll som består av kontroll och övervakning av en enhets tillstånd avseende dess funktion och egenskaper, samt därav föranledda åtgärder”. [1]

2.1.4 Förutbestämt underhåll

”Förebyggande underhåll som genomförs i enlighet med bestämda intervaller eller efter en bestämd användning, men utan att föregås av tillståndskontroll”.[1]

Genom att arbeta med denna strategi, dvs förebyggande åtgärder, kan produktionen optimeras och tiden för stillestånd bli väldigt låg.

De förebyggande åtgärderna till respektive underhållsområde varierar. Det förutbestämda underhållet utförs bl.a. genom rondering minst en gång varje dag där underhållspersonal utför aktiviteter utifrån ett givet schema. Schemat, som bl.a. är baserat på systemets driftstid, erfarenheter av objekten och statistiken, brukar bestå i aktiviteter så som inspektioner, smörjning, putsning av givare etc. Vid behov utförs även reparationer och byte av komponenter.

Nackdelar med denna typ av underhållsarbete är att komponenter, som fortfarande har en relativt lång livslängd kvar, riskeras att bli utbytta. Trots detta är fördelarna i förhållande till avhjälpande underhåll många. Och de flesta haverier som uppstår vid avhjälpande underhåll, kan reduceras märkbart. Det förebyggande underhållet vid tillståndsbaserat underhåll bygger på hälsan hos en enhet. [3]

2.2 Metoder

Metoderna för att kontrollera hälsan är olika men de vanligaste är:

- Vibrationsmätning
- Stötpulsmätning
- Temperaturmätning
- Ultraljudskontroll
- Oljeanalys
- Tryckmätning

Dessa metoder kan dels övervakas med ett portabelt handverktyg eller också via kontinuerlig onlineövervakning. Genom datainsamlingen kan mätresultaten analyseras och trender utvecklas som sedan används för att avgöra eventuella åtgärder. Detta optimerar planeringen av underhållet samt reducerar stillestånd i produktionen.

Tillståndsovervakningen ger även möjlighet till att i ett tidigt stadie upptäcka eventuella förändringar hos en enhet. Detta visas enligt figuren nedan.

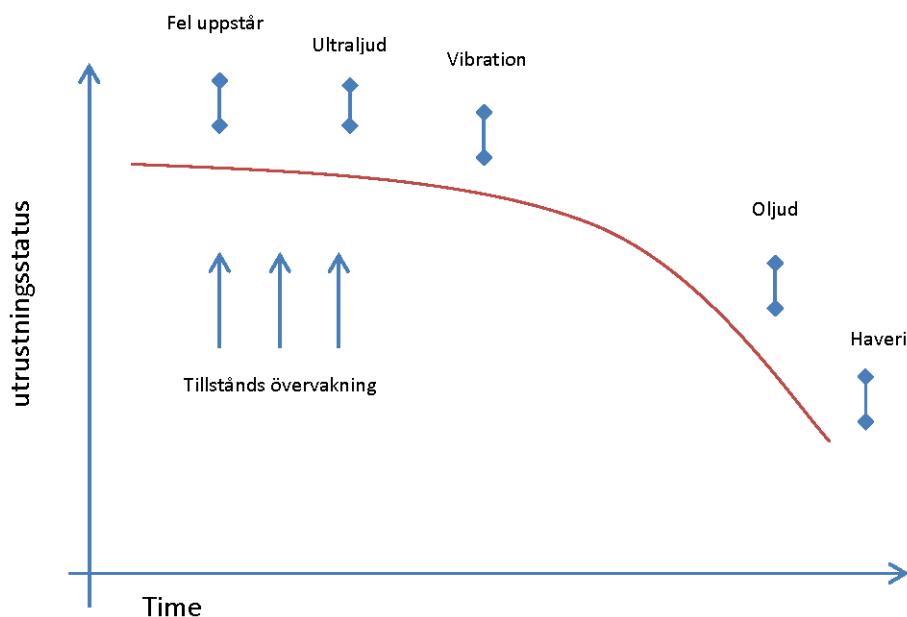


Fig 3. Tidig upptäckt vid fel med tillståndskontroll. Denna graf ska illustrera hur tidigt det går att upptäcka fel hos ett objekt med hjälp av tillståndskontroll jämfört med vilken tid det mänskliga örat kan upptäcka oljud. (källa: [1], egen bearbetning)

Nackdelar med tillståndsbaserat underhåll är dyra investeringar, ändrade arbetsrutiner och ett behov av ökad kompetens bland personalen.

En närmre studie har gjorts på tillståndsbaserat underhåll samt på de ovan nämnda teknikerna och finns tillgängliga längre fram.

2.3 Driftsäkerhet

Målet med underhållet är att skapa så hög driftsäkerhet som möjligt. Driftsäkerhet kan mätas i vad som kallas tillgänglighet, och är en direkt konsekvens av underhållet. Mätningen kan göras på hela produktionssystemet men kan också koncentreras vid en funktion för en viss applikation eller objekt.

Tillgängligheten beskriver i vilken utsträckning som anläggningen klarar krävd funktion. Tillgängligheten kan beräknas genom framtagna värden på funktionssäkerheten, underhållsmässigheten och underhållssäkerheten. [1]

Tillgängligheten beräknas enligt formeln nedan:

$$\frac{\text{funktionssäkerhet}}{\text{funktionssäkerhet} + \text{underhållsmässighet} + \text{underhållssäkerhet}}$$

Dvs;

$$\text{Tillgänglighet} = \frac{\text{MTTF}}{\text{MTTF} + \text{MTTR} + \text{MWT}}$$

MTTF(Mean Time To Failure)

MTTR(Mean Time To Repair)

MWT(Mean Waiting Time) [2]

I Swedwoods fall, där produktionen oftast sker i ett sammanhängande flöde, är kravet på driftsäkerheten hög. Detta innebär att underhållsarbetet måste riktas mot ett flöde med så få störningar som möjligt för att minska stilleståndstiden.

Tillgängligheten kan i sin tur delas in i ytterligare kategorier enligt följande:

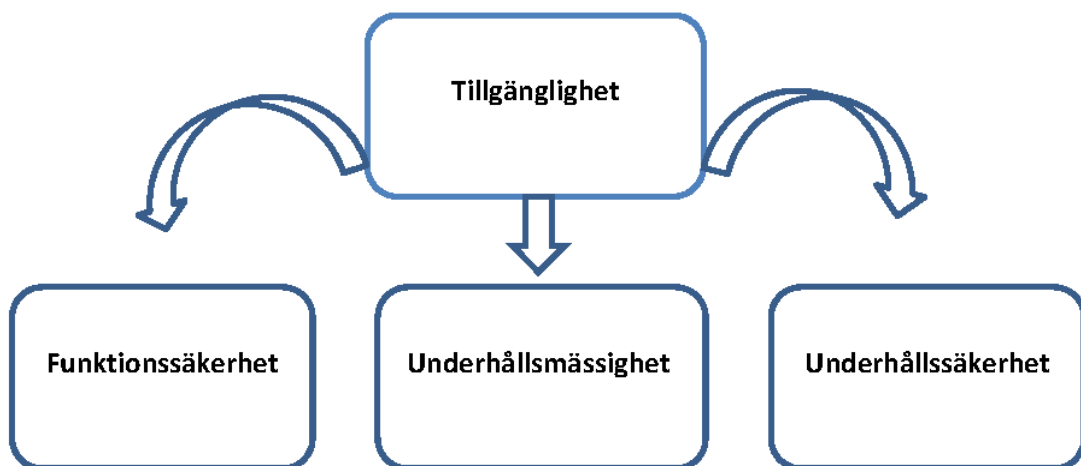


Fig 4. Kategorisering av tillgänglighet (källa: [2], egen bearbetning)

2.3.1 Funktionssäkerhet

Med fokus på funktionssäkerheten, kan den enkelt beskrivas som en enhets förmåga att fungera utan fel. Det vanligaste måttet för funktionssäkerheten är MTBF (Mean Time Between Failure) och anger medeltiden mellan fel som uppstår vid givna driftförhållanden. Det finns några intressanta åtgärdsområden för att öka funktionssäkerheten och en av dessa är det förebyggande underhållet och hur det utförs. [1]

MTBF beräknas enligt följande;

$$MTBF = \frac{\text{Verkligt utnyttjad drifttid}}{\text{Antalet fel}}$$

2.3.2 Underhållsmässighet

Underhållsmässigheten beskriver hur enkelt en utrustning är att underhålla, dvs hur väl en enhet är konstruerad för att tillståndsmätning och annat underhåll ska kunna genomföras enkelt. T.ex. hur bra åtkomligheten för ett visst objekt är när den är installerad på plats bredvid andra maskiner etc.

Ett vanligt mått på underhållsmässigheten är MTTR (Mean Time To Repair), dvs tiden det tar för att genomföra aktiva underhållsåtgärder vid avhjälpande underhåll samt genomförande av aktiva förebyggande underhållsåtgärder. [1]

2.3.3 Underhållssäkerhet

Underhållssäkerheten syftar till underhållsorganisationens förmåga att leverera nödvändiga resurser för korrekt underhåll av en enhet. Även denna kategori har ett måttal; MWT (Mean Waiting Time), dvs väntetiden som uppstår då inga underhållsåtgärder kan genomföras pga. väntan på underhållsresurser. [1]

Underhållsresurser kan t.ex. vara följande;

- personalens kompetens
- reparationsutrustning som maskiner och verktyg
- reservdelar , etc.

2.4 Ekonomisk betydelse

Underhållet påverkar företagets ekonomi på olika vis. Dels påverkar underhållet direkt den produktionsvolym som är beräknad och dels påverkar underhållet kvaliteten på de produkter som tillverkas. Genom underhållet upprätthålls maskinernas duglighet och därmed förmågan att tillverka produkter av önskad kvalitet. Detta bidrar också till att leveranstiderna av produkterna hålls enligt avtal. [1]

Andra ekonomiska faktorer som underhållet berör kan delas upp i indirekta och direkt kostnader.

De indirekta kostnaderna innefattar följande; kapitalbindning, säkerhet, övertid etc.

- Kapitalbindning - förvaring av reservdelar och hantering av dessa
- Säkerhet – underhållet bidrar till högre säkerhet och mindre risker för människan, miljön och maskin.
- Övertid – extra insatser pga. stillestånd i produktion.

De direkta kostnaderna, dvs de kostnader som är nödvändiga för att återskapa en utrustnings funktion, innefattar följande;

- Arbete
- Material
- Tjänster etc.

3 Tillståndsbaserat underhåll

Med tillståndsbaserat underhåll strävar man efter att i precis rätt tid byta/reparera en komponent innan den havererar. För att införskaffa den informationen som krävs, för att avgöra hälsan på ett objekt, används olika mätmetoder. T.ex. används mättekniker som vibrationskontroll, temperaturkontroll, oljeanalys, tryckmätning etc.

3.1 Förarbete

Innan ett företag börjar arbeta med tillståndsbaserat underhåll behövs en förarbetsprocess. En process som har till uppgift att avgöra vilka maskiner/komponenter som har en så pass kritisk funktion att en mer omfattande kontroll är nödvändig. Ett sådant förarbete består oftast i att ta fram en kritikalitetsanalys över maskinerna i fabriken och på så sätt klassificera dessa i en skala från A-C. Där A är kritiskt och C är minst kritisk för produktionen. Detta skapar en överblick av vilka maskiner fokus bör läggas på vad det gäller vilken typ av underhåll samt mängd av underhåll som är nödvändigt.

Kritikalitetsanalysen ,eller riskklassningen som den också kallas, delas som sagt in i A,B,C kategorier. Varje kategori innehåller attribut som hänsyn tas till och ser ut enligt flöjande [3];

A-klassning: Haveri bidrar till personskador och stora miljöskador

B-klassning: Vid haveri kan det finnas risk för personskador och miljöskador

C-klassning: Inga personskador eller miljöskador

3.2 Haveriförlopp

En annan avgörande del i denna process, för att hitta rätt metod, är att studera felintensiteten för en viss applikation/objekt, dvs att man skapar sig en uppfattning om när ett fel uppstår. Enligt figuren nedan beskrivs två kurvor som representerar två olika haveriförlopp. I förlopp "a" bör tillståndsbaserat underhåll appliceras då det inte går att beräkna vid vilken tidpunkt hälsan ändras. Medans i förlopp "b" skulle det vara tillräckligt med ett förutbestämt underhåll då det går att förutse vid vilken tidpunkt hälsotillståndet ändras.

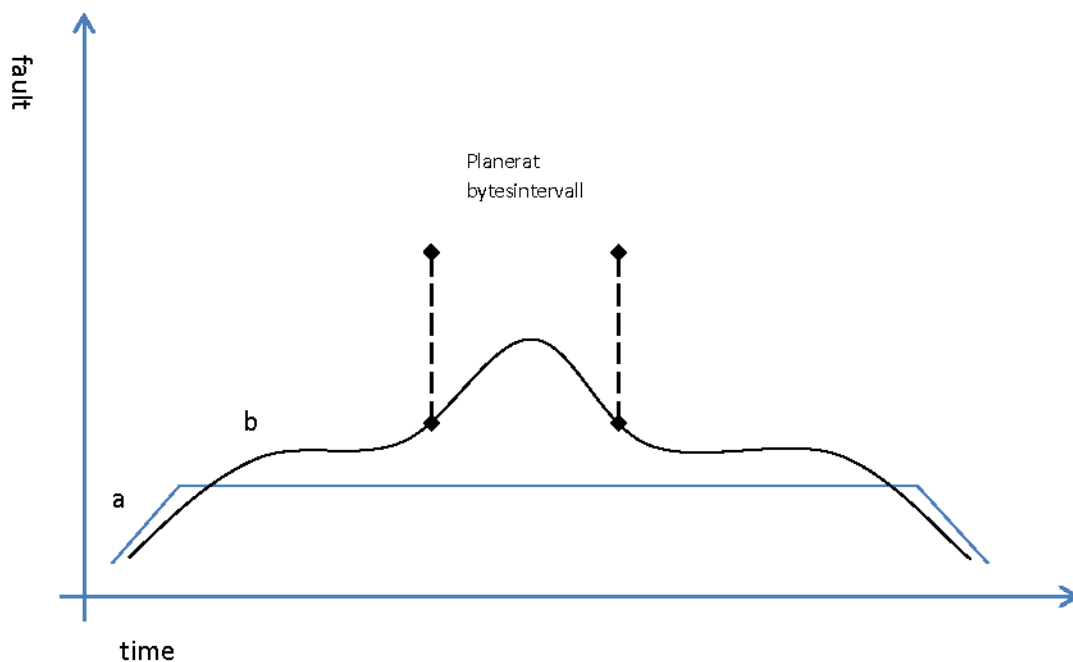


Fig 5. Haveriförlopp. (källa: [1], egen bearbetning)

Eftersom komponenter verkar i olika miljöer, utsätts för olika belastning och varierar i drifttid etc. har de också olika haveriförlopp. Det finns ofta föreskrifter för hur lång tid och under vilka förhållande en komponent förutsätts fungera. Den informationen kan erhållas av standarder och/eller av leverantörer.

Informationen om dessa förlopp kan även inhämtas via historiken för utvald komponent eller/också med hjälp av erfarenhet.

Andra aspekter som bör tas i beaktning är vem som skall utföra arbetet och hur resultaten skall dokumenteras.

Därefter finns det möjlighet att avgöra vilka övervakningsmetoder som skall användas på de utvalda utrustningarna.[1]

3.3 Metod

Metoderna kan sedan väljas att installeras permanent och följas via onlinemätning eller används ett portabelt ronderingsverktyg som metod för datainsamling.

3.4 Underhållsplan

För att optimera arbetet med tillståndsbaserat underhåll, bör man arbeta efter en underhållsprocessmodell enligt nedan.

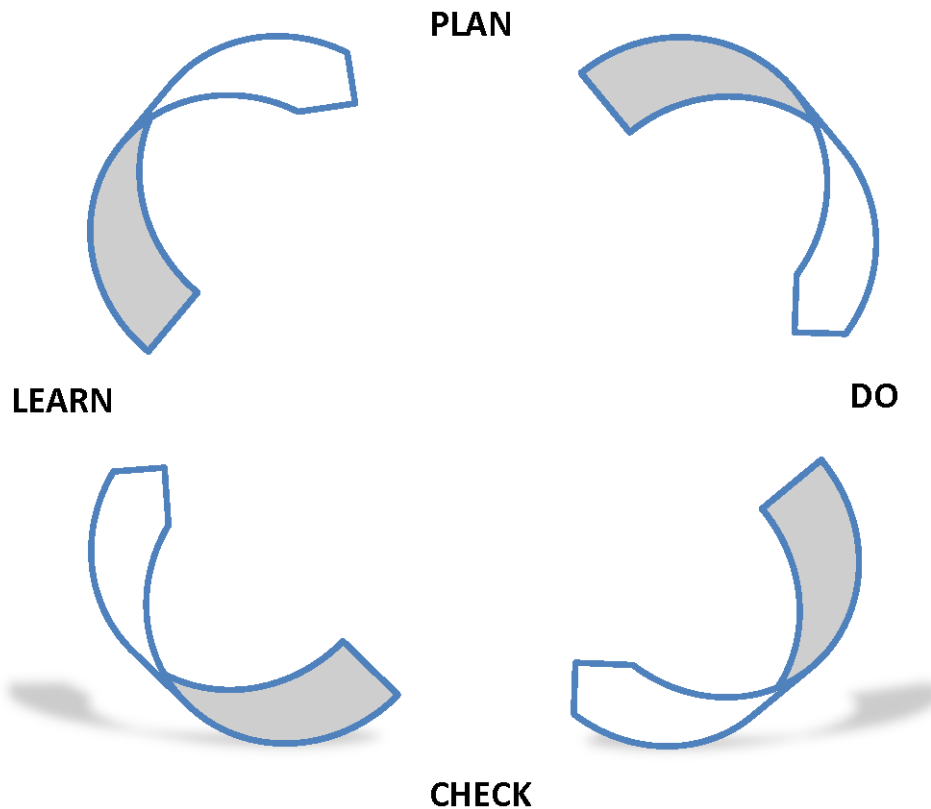


Fig 6. Arbetscykel för underhållsverksamheten (källa: [2], egen bearbetning)

Varje moment innefattar olika aktiviteter och används kontinuerligt för att nå ständig förbättring. [2]

- **Planera:** *bedöma omfattning, bestämma tidpunkt, reservera, anskaffa resurser*
- **Göra:** *avhjälpande underhåll, förebyggande underhåll, tillståndsovervakning, modifiering, byte av utrustning, insamla data om felutfall, stillestånd, kostnader mm., bearbetning och resultat presentation*
- **Studera:** *fastställa höga underhålls- och stilleståndskostnader, fastställa tekniska orsaker, utarbeta förslag till åtgärder, värdera ekonomiskt utbyte*

- **Lär:** *Genom att upprepa cykeln flera gånger blir förbättringsarbetet bestående*

En av aktiviteterna i Do-processen är att tillämpa tillståndsovervakning, som sen i sin tur innefattar olika aktiviteter som;

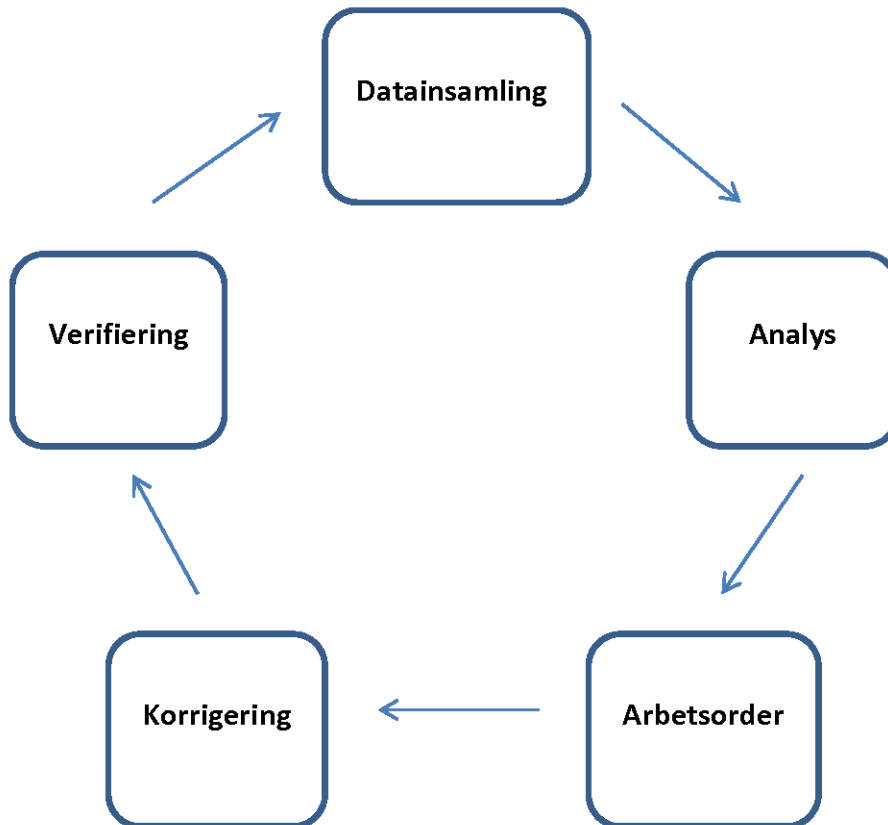


Fig 7. Arbetssätt med tillståndsbaserat underhåll (källa: SKF, egen bearbetning)

3.4.1 Datainsamling

Första steget vid arbete med tillståndsbaserat underhåll, och den mest grundläggande handlingen, är insamling av data. Data inhämtas via sensorer, antingen som är monterade direkt på objektet (kontinuerlig insamling) eller med hjälp av portabla verktyg som en operatör använder sig av vid de schemalagda kontrollerna. Insamlad data är ett direkt mått på maskinhälsan och för bästa samt för den mest trovärdiga resultatet ska mätvärdena samlas in under normala driftförhållanden. Den insamlade data lagras sedan i en databas, antingen direkt via online-mätning eller via överföring från ett portabelt verktyg till en dator och bearbetning i installerad mjukvara.

3.4.2 Analys

Analysen sker i samband med att data är erhållits. Analysen ska sedan fastställa om det finns skillnader hos värdena i förhållande till tidigare mätningar. Eller om några värden har passerat eller är på väg att passera någon av larmgränserna. En installerad mjukvara kan göra analysen men kan också utföras av en tekniker som har utbildning och har kunskap om maskinen/komponenten i fråga. För att i bästa mån utföra analysen är kombinationen av en kunnig tekniker och en automatisk dataanalys att föredra. Då tolkningen av data är av stor vikt bör man således ha kunskap om hur en maskin fungerar i miljön den är placerad i och vilka utslag den gör och har gjort sedan objektet sattes i drift. Informationen från de utvalda komponenterna samt dokumentationen är helt grundläggande för att uppföljning av trender och planering av underhållet skall skötas optimalt.

3.4.3 Arbetsorder, korrigerig och verifiering

Om larmgränser har passerats ska en arbetsorder placeras, och eventuellt underhåll utföras. Uppföljning/verifiering, efter att en komponent har ersatts eller på annat vis underhållits, är också en väldigt viktig del av processen.[4]

3.5 Tillståndsbaserat underhåll som strategi

Med tillståndsbaserat underhåll eller tillståndsovervakning kan man i ett tidigt skede upptäcka en skada på en maskin eller en komponent och på så vis ha möjlighet att optimera planering av underhållet. Genom att ha möjlighet att förutse när en komponent kommer haverera, finns det utrymme för att prioritera underhållet på ett mer effektivt sätt. Genom att hela tiden följa upp en maskins hälsa och följa dess trender skapas mer kunskap om vilka haveriförlopp en maskin har. I de flesta maskiner uppkommer mindre fel och som över tid kommer att uppträda på onormala sätt vid normal drift. Dessa små fel är viktiga att upptäcka och analysera samt att dokumentera, vilket också en tillståndsovervakning bidrar med.

Varje maskin är helt unik och skapar helt unika trender, vilket innebär att varje insamlad data är av vikt. Därför är det också viktigt att välja rätt komponent att mäta samt mäta denna på rätt sätt. Genom att upptäcka fel i tid, förhindrar man även följd fel som annars över tid hade uppkommit. Genom att hela tiden dokumentera och analyser skapas mer och mer kunskap av varje komponent och större chans att hitta felkällan. Analysen bidrar även till att nya och mer optimerade larmgränser kan sättas, vilket i sin tur bidrar till ett optimerat

planerat underhåll. Via tillståndsovervakning kan väldigt korta stilleståndstider uppnås.

Bilden nedan visar hur pass korta stilleståndstider som, i ett projektstadium, kan uppnås via olika typer av förebyggande strategier. Denna övergripande bild ger en uppfattning av åt vilket håll en underhållsorganisation strävar efter.

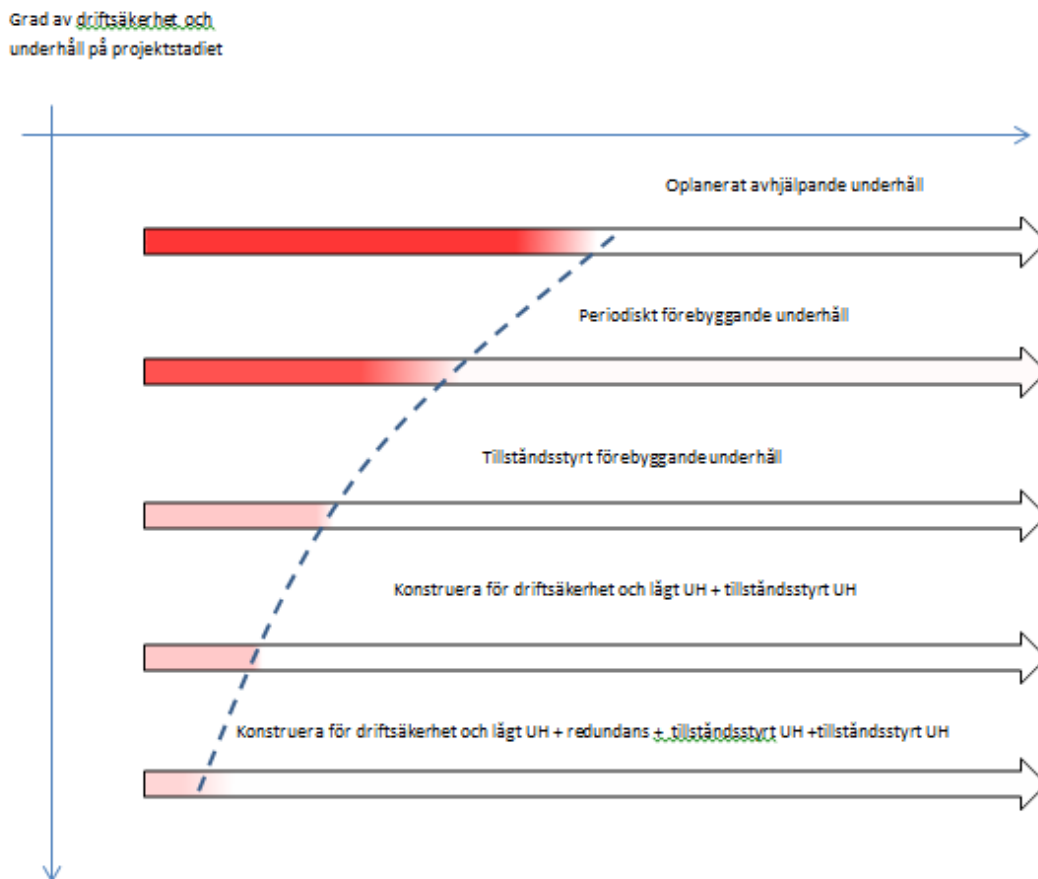


Fig 8. Olika underhållsstrategiers teoretiska stilleståndstider (källa: [1], egen bearbetning)

3.5.1 Fördel

En annan fördel med en strategi som tillståndsbaserat underhåll är att onödigt underhåll undviks. Dvs underhåll som utförs på t.ex. en maskin, som egentligen inte behövs, utan är baserat på drifttid etc. Dvs Att utförandet är baserat på rutin snarare än behov. Detta kan medföra att ingreppet snarare kan skapa problem och bidra till ett följdfel, än att förebygga fel. [1]

4 Metoder

4.1 Stötpulsmätning

4.1.1 Användningsområde

Stötpulsmätning eller SPM (shock pulse method) är nog den vanligaste tillståndsmätningen inom industrin för att mäta driftskondition på rullningslager. Metoden kan tillämpas på olika sätt bl.a. periodisk konditionskontroll med handinstrument eller integrerade datorsystem som övervakar konstant. Pumpar, fläktar, elmotorer mm är vanliga applikationsområden.

4.1.2 Funktion

I roterande rullningslager uppstår tryckvågor som kallas stötpulser och de skapas mellan belastade rullkroppar och rullbana. En givare förstärker de högfrekventa tryckvågorna och filtrerar bort maskinens vibrationer. Signalen från givaren är en snabb följd av pulser som är proportionella mot tryckvågens amplituder. Pulsföljden utgör lagrets stötpulsmönster och mäts i en dBsv(decibel shock value) skala. Mätinstrumentet mäter två nivåer för att ha möjlighet att definiera stötpulsmönstret. Med ett lågt och ett högt värde kan man genom en analys, bestämma styrkan hos de svaga pulserna och storleken hos de höga stötpulserna. Med denna analys avgörs om det är lagerskador eller om det är smörjningsproblem.

För att göra en mätning och uppskatta komponentens kondition krävs bara två saker; axelns diameter och hastighet. Med dessa uppgifter kan man erhålla uppgifter om konditionen är god, dålig eller nedsatt. Det finns flera anledningar till att ett lager kan vara dåligt. Det är inte alltid p.g.a. antalet snurrade timmar, utan även i ett nyinstallerat system kan det uppstå lagerproblem, vilket innebär att mätningar behövs görs även då. Felaktig installation, smörjning, axelns placering samt dålig oljefilm mellan lagerna kan ge upphov till lagerproblem.[5], s.142

4.2 Termografi

4.2.1 Användningsområde

Termografi är en metod för tillståndsbevakning där en infraröd kamera fångar upp det infraröda ljuset ett objekt avger. Varje objekt med temperaturer över

den absoluta nollpunkten avger infrarött ljus. Styrkan från strålningen är en direkt funktion av objektets temperatur.

Termografin som mätteknik inom industrin är väletablerad. Fördelen med tekniken är att man kan mäta den på avstånd och på så sätt inte påverka en produktionsprocess, samt att man kan utnyttja tekniken under drift och normala arbetsförhållanden. På så sätt kan korrekta mätresultat etableras. Vanliga applikationer, då termotekniken används, är motorer, roterande utrustning, drivremmar, remskivor och lager mm.

4.2.2 Funktion

Tekniken som sådan fungerar på följande vis. Energin som strålar från objektet (emission) är direkt relaterad till dess temperatur. Energin och reflektionerna från omgivningen kan inte skiljas i mätinstrumentet utan summeras istället. Värdet på summan ligger mellan 0 till 1 på en skala. Olika material har olika emissionsegenskaper vilket gör de till bättre eller sämre ”strålare”. Termiska och elektriska isolatorer har väldigt bra emissionsegenskaper. Andra aspekter som också påverkar strålningen från objektet kan vara ytans form, ojämnhet, betraktningvinkel och oxidering, för att nämna några.

Mekaniska system genererar värme under normal drift och ger möjlighet till en bedömning av driftstatus via IR tekniken. Högre temperaturer eller termiska mönster kan bero på olika typer av fel som t.ex. slitage, bristande smörjning, felaktig axelriktning, materialskada. Man kan enkelt upptäcka ett problem genom IR tekniken men det kan behövas fler metoder för att undersöka vad problemet beror på, som t.ex. vibrationsanalys, ultraljud etc.

4.2.3 Förutsättningar

För att använda termografi som tillståndsovervakning krävs det en hel del kunskap inom området. Det finns många felkällor som bör kännas till och det går inte att helt blint lite på resultatet som IR kameran ger. Goda kunskaper om emission och reflektering samt utföra beräkningar utifrån den data mätinstrumentet ger emissivitet och Trefl(reflekterad skenbar temperatur). Man måste vara medveten om objektets funktioner och dess emission för att kunna göra en bedömning av underhålls aktivitet.[1]

4.3 Ultraljud

4.3.1 Mekaniskt Användningsområde

Ultraljud som tillståndsbevakning kan vara en effektiv metod, då den i ett tidigt stadium kan upptäcka problem. När metalliska ytor rör sig mot varandra alstras värme och ljud. I ett tidigt stadium kan det mänskliga örat ofta inte uppfatta ljudet då frekvensen är över det hörbara spektrumet, dvs ultraljud. Med ett verktyg som mäter ultraljudet kan man redan på tidig nivå avläsa om någon maskin är i riskzonen för haveri, ofta tidigare än med andra tillståndsmetoder.

4.3.2 Elektriskt användningsområde

Även i elektriska system genereras ultraljud, som t.ex. i lågspänningssystem där man enkelt kan detektera glappkontakt. Elmotorer kan också generera ultraljud men i vilken omfattning detta är problem kan man inte veta på rak arm, och ofta bör man kontrollera flera elmotorer av samma slag för att avgöra om ett upptäckt ultraljud innebär en markant avvikelse.

4.3.3 Ytterligare användningsområden

Ett annat användningsområde för ultraljudstekniken är läckagesökning. Läckage kan ofta uppstå i tryckutsatta gas- och luftsystem, läckaget bildar turbulens och framkallar ultraljud. Läckaget kan uppstå ut från ett system men även in ett vakuumsystem, och framkallas ofta från höga hastigheter vad gäller vätskor och gaser. I vissa fall kan ultraljud upptäckas i kapslade system vilket gör att stetoskop bör användas för att undersöka var ultraljudet har sin maximala punkt, det är oftast där läckan är. Potentiella läckkällor kan vara pneumatiska manövrerade ventiler, vilka är vanliga inom industrin.

4.3.4 Fördelar

Läckagesökning är till stor nytta för industrin av olika anledningar, och man är överens om att tryckluft är en väldigt viktig energikälla. Som exempel kan en kompressor studeras, vars verkningsgrad till 95% producerar värme och resterande tryckluft. Om 30% av tryckluften sedan blir läckage (vilket inte är ovanligt) kan man själv räkna ut att det finns besparingar att göra.

Som ett beskrivande exempel fungerar en tätning av ett läckage på samma sätt som att släcka ner belysning när den inte används, bara det att besparingarna

är oftast mycket större. Läckage handlar inte bara om besparingar utan är även en kritisk punkt för produktionen. [1]

4.4 Vibrationsövervakning

4.4.1 Användningsområde

Vibrationsövervakning används för att upptäcka icke kontinuerliga vibrationer i förhållande till normalvibrationer för ett visst objekt. Vibrationer som inte följer det vanliga vibrationsmönstret kan uppkomma vid förslitning av lager. Alla maskiner har en viss nivå av vibrationer men förändringar i maskinens tillstånd medför även förändringar av vibrationer. Orsaker som kan påverka en maskins tillstånd är bl.a. dynamiska egenskaper, drifttillstånd, yttre krafter och maskindefekter.

4.4.2 Tidig problemindikation

Detta är en vanlig och etablerad metod som används på många håll inom industrin för att motverka produktionsstopp. Man kan genom vibrationsmätningar och vibrationsanalys upptäcka och identifiera felorsaker i processen. Vibrationskontroll på de maskinerna som är mest kritiska för produktionen eller kringutrustning som också påverkar produktionen och har potential att åstadkomma ett produktionsstopp bör således övervakas via vibrationskontroll.

4.4.3 Metod

Mätningarna kan ske på olika vis , antingen genom periodisk kontroll och sammanställning av data med ett ronderingsverktyg. Då måste mätningen ske på samma sätt för att kunna sammanställa ett korrekt resultat. Mätningarna kan också ske via online mätning, dvs att kontinuerlig övervakning används för att kunna förutse haveri, främst på maskiner eller maskindelar vars haveriförlopp är snabba. Ett onlinesystem behöver inte endast vara fastmonterat utan kan också vara portabelt vilket gör det mer flexibelt, då det finns möjlighet att flytta verktyget från maskin till maskin.[6]

4.5 Tribologi

4.5.1 Användningsområde

Tribologi är det sammanfattande begreppet på smörjning, oljeanalyser och rening och är en teknik som används för tillståndskontroll. Smörjmedlet har många funktioner i roterande maskiner t.ex reducera slitage, kyla, täta, som rostskydd men framför allt möjliggöra driften, dvs huvuduppgiften för ett smörjmedel är att sänka friktionen i lagren. De andra funktionerna är trots detta minst lika viktiga.

4.5.2 Funktion

Kylningen är en väsentlig del för att ett en maskin ska kunna fungera optimalt och smörjningen, i form av olja, agerar som kylare. Oljan transporteras genom smörjställena där temperaturen är hög och till en oljekylare där den får tid att kylas ner. När oljan transporteras genom smörjställena har den också som uppgift att föra bort slitagepartiklar och andra föroreningar som möjligtvis skulle ge upphov till skador. Partiklarna förs in i ett filter där de sedan separeras från oljan. Oljan kan även ha egenskapen att binda smuts och på så sätt fungera som en detergent.

4.5.3 Ytterligare funktion

Vissa smörjmedel har även egenskapen att finfördela föroreningarna mellan varandra. Smörjmedlet kan även ha en tätande effekt, det kan bl.a. vara att förhindra föroreningar att tränga in utifrån. Den tätande effekten kan också innebära att smörjmedlet används som tätning mellan komponenter inuti en maskin, som mellan kolv och cylindervägg i en motor. Funktionen är tillför att förhindra bränsle att passera till vevhuset.[1]

4.5.4 Påverkan

Smörjningen i sig själv blir också påverkad av yttre omständigheter som temperaturförändringar, belastning, hastighet, vibrationer, smuts och fukt.

5 Analys av vibrationsmätning

5.1 Vibration

Vibrationer av viss grad uppstår självklart när maskiner roterar, även en maskin i perfekt skick producerar vibrationer. Påverkas maskinens hälsa eller kondition, som yttre miljöpåverkan såväl som inre mindre skador, uppstår allt som oftast ändringar i vibrationerna.

När tillståndsovervakning av vibrationer används är det dessa förändringar som eftersöks.

5.1.1 Definition av vibration

Vad är då en vibration? Enligt definition:

”förflyttning av en kropp kring dess jämviktsläge”.

En vibration kan förklaras bildligt som en massa fastspänd i en fjäder och som pendlar mellan två nivåer i lodrät riktning över tid om yttre kraft påverkar denna massa.

Vid kraftpåverkan kan pendling mellan punkt A och B omvandlas till en sinus våg. Så fort kraften, som påverkar massan, upphör ebbar vibrationerna ut pga. friktion. En vibrations amplitud är direkt proportionell mot kraften som tillförs, dvs mer kraft större amplitud.

5.1.2 Vibrationskälla

Analysen av vibrationer utförs ofta genom att man använder sig av frekvensen som referens snarare än perioden. Frekvens (Hz) beräknas som $1/\text{perioden}$ (cykler per sek). Källan till vibrationerna beror helt på vilken maskin som kontrolleras, vilken miljö den befinner sig, vilket drifttillstånd maskinen har, defekter i maskinen, olika yttre krafter och rörelser och maskindelarars dynamiska egenskaper etc. Även om det finns två maskiner placerade på samma ställe med samma tekniska egenskaper är deras vibrationsmönster helt unikt.

Mätningarna kan därför inte generaliseras utan måste utföras separat på utvalda komponenter. En tredjedel av totala analysen styrs av hur väl man känner till frekvenserna för en viss maskin och vilka frekvenskällor som är aktuella. De två resterande delarna, för att uppnå en så felfri analys som

möjligt, handlar om att ha kunskap om maskinens historia, dvs veta vilka driftproblem som uppstått vid tidigare tillfällen.

5.1.3 Mätning av lager i en maskin

Ett lager som ska vibration mätas består av innerring, lager och ytterring. Genom mätningen, som sker i tre dimensioner, kan man analysera och utläsa vilka skador eller förslitningar som möjligtvis finns. Dimensionerna, för mätningen, är horisontalt, vertikalt och axialt. Med hjälp av trenddata från en databas och lång erfarenhet erhålls information från vilka skador som eventuellt har uppkommit. Det kan vara allt från förslitningsskador till uppriktning av axlarna.

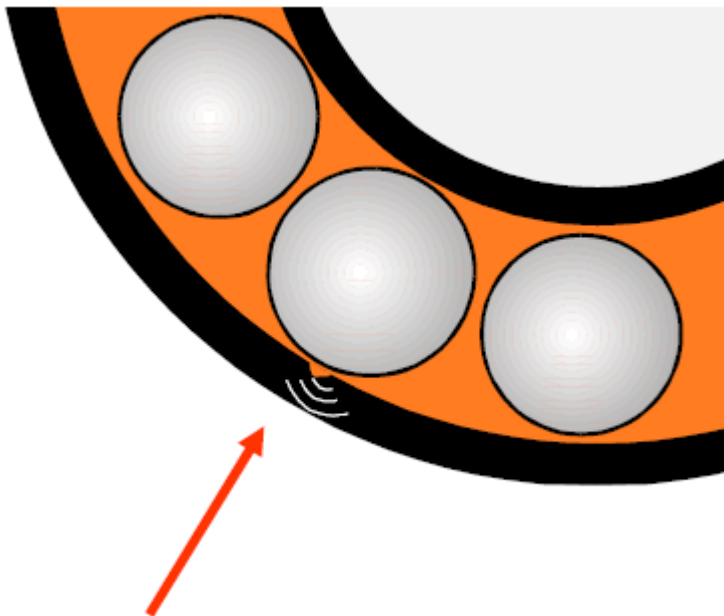


Fig 9. Ytterringskada (källa: SKF)

Med olika larmnivåer kan man förutse vilka skador som är på väg att uppkomma eller i värsta fall redan har uppkommit. Dessa larmnivåer ställs in i förhållande till maskin och miljön maskinen är placerad i. Alarmnivåerna är egentligen utsatta markörer i mjukvaran. Dessa placeras, för en viss applikation, utifrån vilket haveriförlopp, tidigare problem samt hur kritisk funktionen är. När sedan mätning genomförs kan indikation ges om dessa markörer blivit triggade. Efter det analyseras värdena och ett eventuellt underhåll planeras via en arbetsorder.

5.1.4 Förutsättning för mätning

För att kunna utföra en mätning på korrekt vis krävs viss information om maskinen som t.ex. dimension, varvtal och vilken typ av lager som finns i

komponenten. På så sätt erhålls information om geometrin som behövs för att ge en så exakt avläsning som möjligt samt vilken frekvens som maskinen arbetar i.

5.1.5 Mätning med instrument

Mätning går till genom att man placerar en givare, antingen inbyggd eller i form av ett portabelt verktyg, som har en magnetisk givare som placeras på tre olika ställen, nämligen de tre dimensioner som nämnts tidigare. I magneten finns en kristall som vibrerar i förhållande till varvtalet i maskinen och matas med en likström. Dess vibrationer räknas sedan ut genom mjukvaran som är installerat i verktyget.

Sensorn för mätningen som placeras på maskinen på utsatta mätpunkter, omvandlar den analoga signalen från rotor/statorns rotationen till digitala värden. Omvandlingen sker i instrumentet genom en A/D-omvandlare. Dvs att de analoga värdena (sinus kurvan) samplas med ett givet tidsintervall och bildar ett digitalt mönster.

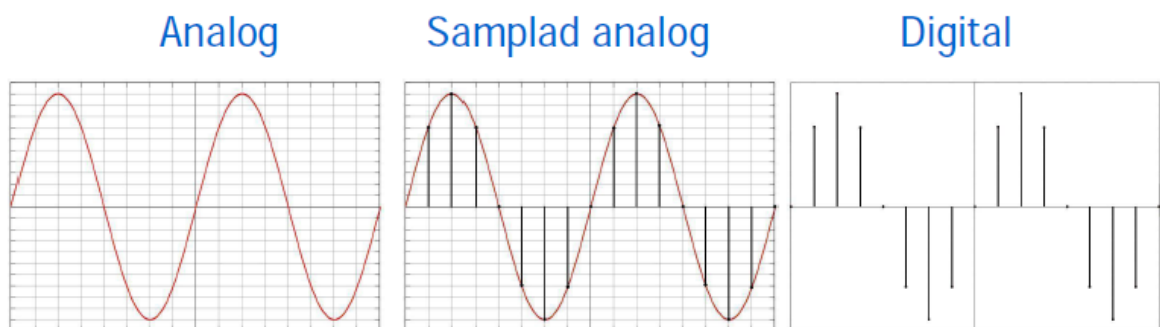


Fig 10. Analog signal samplad till digital signal i instrumentet via en A/D-omvandlare (källa: SKF)

På den utvalda maskinen monteras även en metallplatta som ska vara utgångspunkten vid en mätning. Denna platta måste alltid vara ren för att erhålla det bästa resultatet. Det finns en viss felmarginal när man arbetar med ett portabelt verktyg. Problemet är att via magneten finns ett visst glapp som inte finns med integrerade givare. En felmarginal på 0,01% men ändå värt att nämna.[3]

5.1.6 Instrument

Mätinstrumentet erhåller vibrationssignaler från de olika objekten i maskinen, dvs rotor, växellåda och lager etc. Dessa delar av maskinen arbetar på olika frekvensnivåer och adderas i instrumentet och skapar sedan en komplex sinusformad vågform.

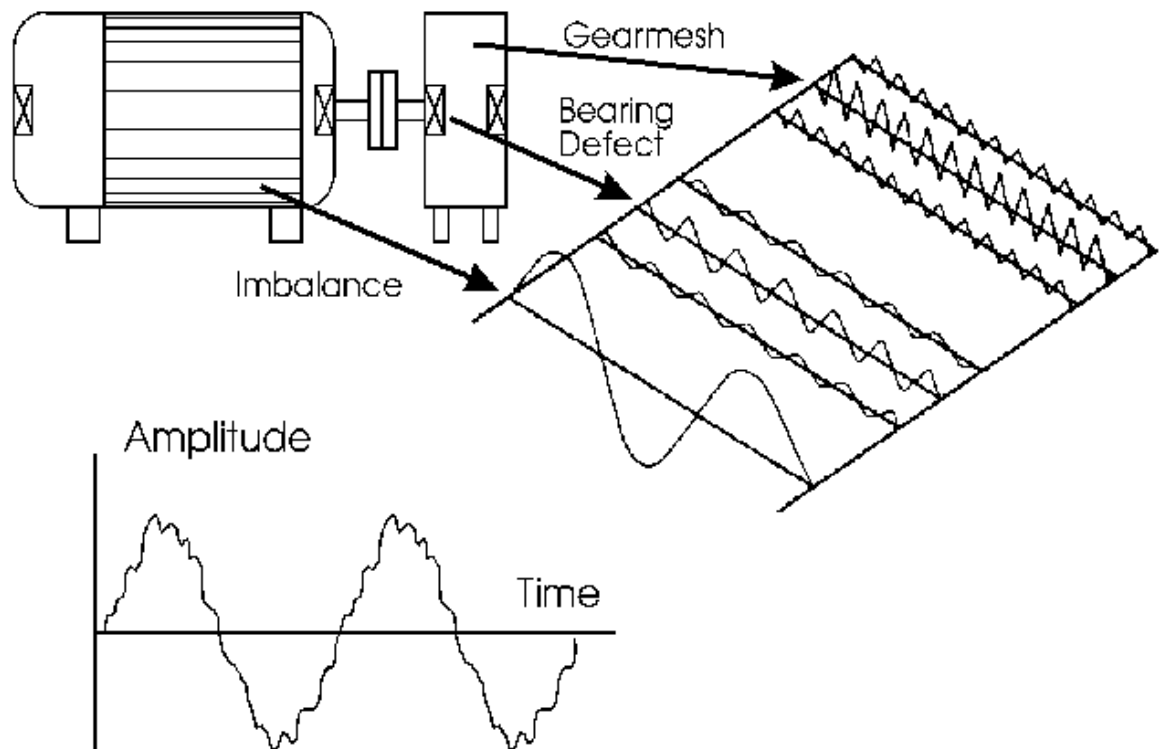


Fig 11. Frekvensområden vid normal belastning av en fläkt (källa: SKF)

Därefter filtreras signalen i ett bandpass filter för att skapa rätt frekvensspektrum och på så vis erhålls information om vilken komponent i maskinen som ger ifrån sig vibrationerna.

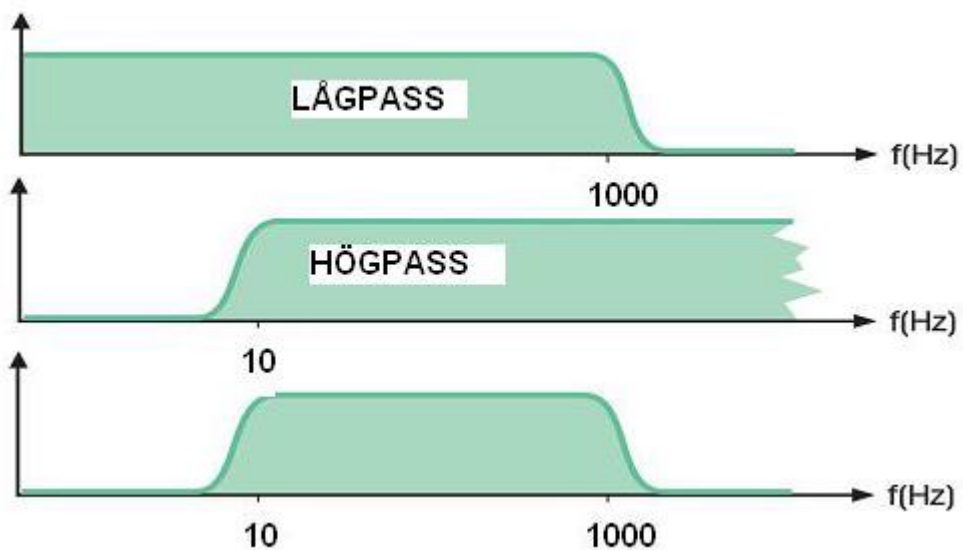


Fig 12. Principen med bandpassfilter (källa: SKF)

5.1.7 Signalbehandling

Signalbehandlingen fortsätter således med att överföra tidssignalen till ett frekvensspektrum (som för användaren är enklare att tolka), genom en s.k. FFT (Fast Fourier Transform) vilken är en matematisk algoritm som ofta används vid signalbehandling.

5.1.8 Fast Fourier Transform

Transformationen kommer ursprungligen ifrån den *diskreta fourier transformen* och behandlar signalen utifrån antalet mätvärden. Om antalet mätvärden är N , krävs N^2 multiplikationer. Antalet beräkningar reduceras i *en Fast Fourier Transform* pga. att den ursprungliga algoritmen kan förenklas så länge som N är delbart med 2. Mest effektiv är beräkningen om N är en tvåpotens av något naturligt tal.

Uträkningen med hjälp av Fourier analyserar en speciell händelse av varvförloppet. Hur många gånger den återkommer, hur stor påverkan den har rent mekaniskt osv.

Resultatet kan med fördel presenteras via ett grafiskt gränssnitt i två dimensioner. X och y axeln består av amplitud respektive frekvens. Vid detta tillfälle finns möjlighet att göra en analys av hur hälsan är för de flesta komponenter i en maskin. Eftersom frekvensen indikerar en potentiell felkälla och amplituden indikerar hur pass allvarligt det eventuella felet är. [8]

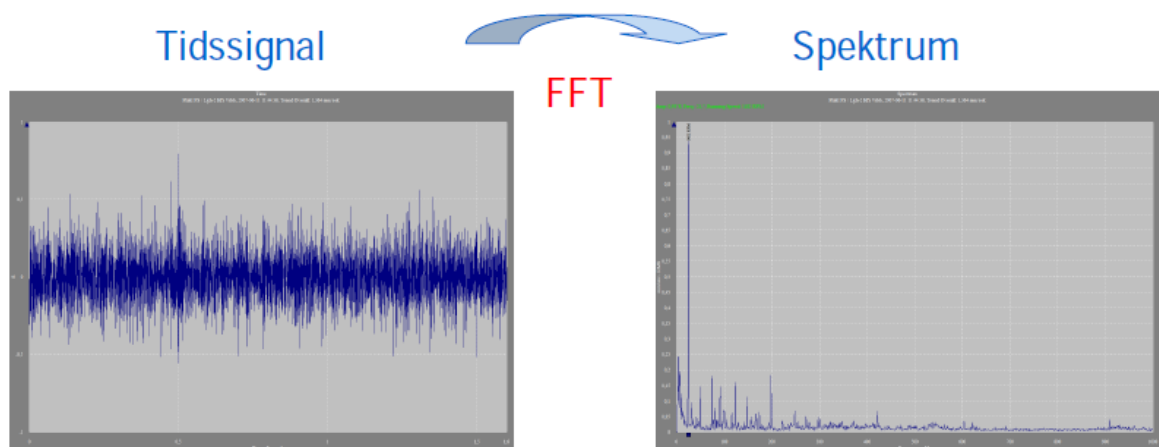


Fig 13. Från tidssignal till ett avläsbart spektrum via en FFT transformation (källa: SKF)

5.1.9 Upptäckta fel vid mätning

Det kan uppstå fel indikering vid mätning då larmgränser har blivit triggade. Fel som uppstått kan t.ex. vara yttre påverkan så ytterrigen har fått sig en mindre smäll men ändå en smäll som påverkar en maskins verkningsgrad. När mätningen sker syns, i mätinstrumentet, en avvikande återkommande händelse. Genom en databas och tidigare trender utesluts vissa problem och hänvisning sker till den eventuella skadan. Felet kan innebära ett byte av ytterrigen direkt eller under ett planerat underhållsstopp.

Det kan även innebära en skada som ”självläker” t.ex. genom att ytterrigen är gjord av ett material som är mjukare än lagermaterialet, vilket gör att det under drift med tiden jämnar ut sig. Vilket innebär att ett upptäckt fel under mätning som först beräknas vara ett fel som ganska akut måste bytas och reparation planeras in ett under nästa underhållsstopp, kan vid nästa mätning visa att trenden har gått åt andra hållet. Vilket innebär att beaktning bör tas, då alla fel inte innebär direkt åtgärd. (erfarenhet).

Det finns andra uppkomster av fel som uppkommer av helt andra grunder, som att vid smörjning av ett objekt är inte pipetten ren och man blåser in en massa smuts direkt in i lagren vilket också kommer märkas vid en vibrationsmätning.

6 Fabriken i Älmhult

6.1 Val av objekt

Swedwoods fabrik i Älmhult har varit en av två fabriker i fokus under detta arbete. Efter en intervju med underhållschefen på fabriken koncentrerades arbetet ytterligare mot spånutsugningssystemet (Fig. 14). Vid tillfället för intervjun förklarades, efter frågan om vad som skulle vara av intresse att tillståndsövervaka, att något de saknade full kontroll över var spånutsugningssystemet. Ett system som har samma kritiska funktionsnivå för att produktionen ska fortgå som produktionslinjerna själva.

6.1.1 Sammanställning av intervjun

”Älmhult

På fabriken i Älmhult finns tre produktionslinjer, varje linje utför sitt unika arbete i processen. Vilket också innebär att linjerna består av olika typer av maskiner. Underhållsarbetet utförs på så sätt att varje linje är stoppad en längre period var 4-5 vecka, för att förhindra att linjerna är stoppade under samma tidpunkt. Det längre planerade underhållet på en produktionslinje är ca 4 timmar. Dagligen görs också enklare förebyggande underhåll som rengöring av givare, smörjning etc. Man är fysiskt närvarande och kan också använda sinnen för att upptäcka möjliga fel.

Produktionslinjerna är nästintill automatiserade med undantag av transporten mellan de olika linjerna, som sker manuellt med truckar. ABB har levererat de flesta av de helautomatiserade robotarna i fabriken likt siten i Hultsfred, vilket innebär att samma tillståndsovervakning online används, som på siten i Hultsfred.

Frågan är då om det finns möjlighet/intresse av införandet av någon tillståndsbaserat underhållssystem /övervakning. Svaret är ja!

Enligt Ulf skulle spånfilterstrumporna vara ett intressant objekt att införa övervakning på. Dessa delar, som inte tillför något i produktionen, har trots det en kritisk funktion. Filterstrumporna är kopplade till resten av ventilationssystemet vilket innebär att skulle det uppstå ett läckage eller dylikt skulle det leda till att maskiner som är ihopkopplade med luftsystemet t.ex. tryckluft eller vid sprutlackering kan spån leta sig in dit och konsekvenserna skulle bli förödande. Stora batchar skulle behövas slängas och stort underhållsarbete skulle vänta vilket innebär en omfattande downtime osv. Uppskattningsvis finns det, bara i Älmhults, 3000 st spånfilterstrumpor. Idag utförs inget underhåll på dessa delar utan leverantörer gör eventuella byten eller bara kontroll en gång om året. Med andra ord finns det ingen daglig kontroll/underhåll på filterstrumporna och man har ingen aning om hur tillståndet är på alla dessa filter. Det finns dock inget historiskt fel eller data som tyder på problem med spånfilterstrumporna, men att låta de vara helt okontrollerade är riskabelt.

En annan konsekvens, än den som är nämnd tidigare, är att om trycket i filterstrumpan blir för högt påverkar det fläktens, som pumpar ut luften, arbetsgrad.

För att kontrollera tillståndet på ett filter vill man i så fall införa ett system/verktyg som mäter trycket och integreras i det nuvarande systemet så att man kan övervaka tillståndet via monitor.

För att på något sätt få ett börvärde att jämföra med, vore det enklast om man gör tryckmätningar på ett filter som man vet ska bytas ut inom kort.

Nedermann som utför underhållet i dagsläget skall snart göra en kontroll och på så vis får kan vi få reda på vilket filter vars tillstånd är skilt från börvärdet. Dessa spånfilter är inte unika för fabriken i Älmhult utan används på alla fabriker inom hela Ikea gruppen, dvs. ett eventuellt införande av en tillståndskontroll på filterstrumpor skulle gynna hela industrigruppen.”

6.1.2 Kritisk nivå

Den kritiska nivån grundar sig på att om något del i utsugningssystemet skulle gå ur funktion finns det möjlighet att det leder till totalt produktionsstopp. Eftersom utsugningssystemet är placerat på olika delar över alla fyra produktionslinjer innebär det att det finns ingen möjlighet att utesluta någon linje från en eventuell bristande funktion.

6.1.3 Beskrivning av ritning

På ritningen visas fabriken uppifrån och uppsättning för de fyra produktionslinjerna. Ritningens detaljer visar hur spånutsugningssystemet är uppsatt (med risk för att nya applikationer tillkommit sen ritningen skapades). Filterboxarna med tillhörande rör som är kopplade in till dessa och fläktarna som är anslutna till filterboxarna är utritade i skissen. Filterboxarna är, i detta fall, placerade uppe på taket på fabriken och rören som syns på skissen är också placerade på taket samt fläktarna. Rören leder sedan ner till fabriken till centrala punkter och utifrån dessa vidare till de olika applikationerna. Applikationerna i detta fall kan vara CNC svarv, ytslipningsmaskiner etc.

Det finns således anslutning av utsugning till alla applikationer/maskiner där någon form av spån kommer extraheras under produktionsprocessen och detta är givetvis direkt nödvändigt för att behålla produktkvaliteten genom hela tillverkningsprocessen.

6.1.4 Ritning

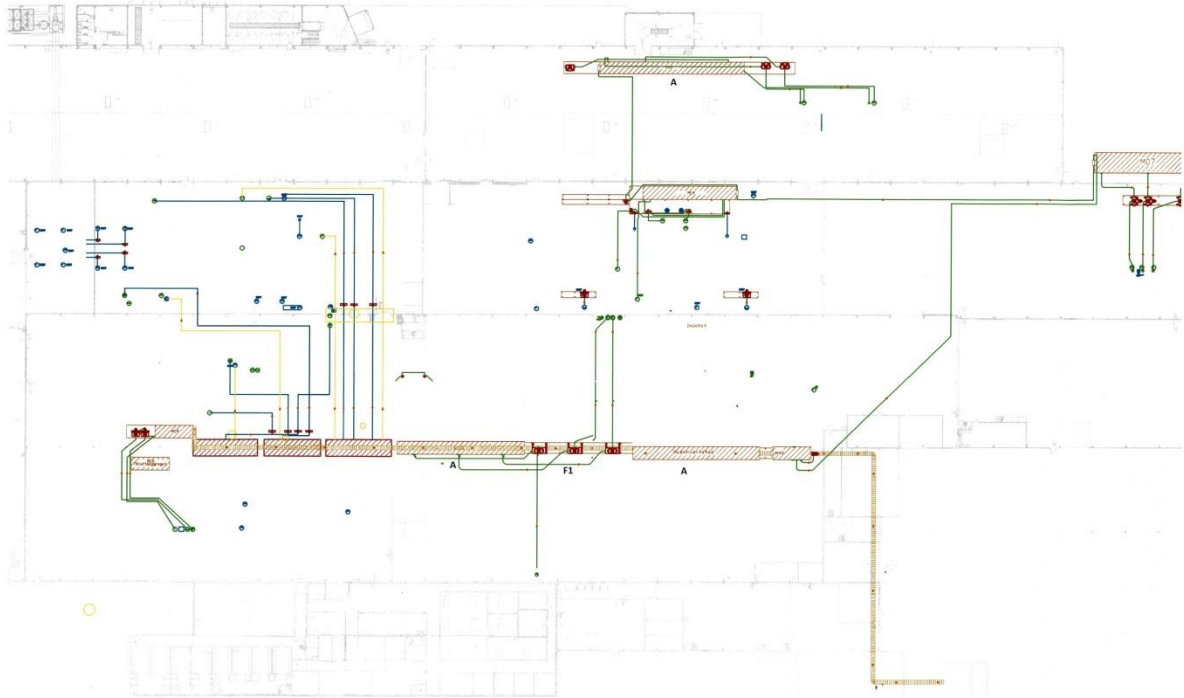


Fig 14. Ritning av spånutsugningssystemet i Älmhults fabrik (källa: [7])

6.1.5 Funktion

Filterboxarna som är placerade på taket har olika dimensioner beroende på vilken applikation de är kopplade mot men de största boxarna är ca 26m långa och innehåller hundratals spånfilterstrumpor. I boxarna blåses luft in, det som kallas "till luft", och denna luft innehåller då mängder med väldigt finkornigt spån. Speciellt finkornig är spånet från CNC-svarven. Luften färdas genom filterboxen genom alla filter för att sedan nå sista partiet i boxen där spånet är, till 99%, filtrerat och mynnar ut i det som kallas från luft. Dvs den luft som färdas tillbaka in till anläggningen igen. Från luften bidrar till ventilationen. Luften som färdas in i anläggningen igen passerar också genom ytterligare ett filter för att säkra luftkvaliteten.

Fokusområdet i detta arbete och för denna anläggningen ligger, som nämnts tidigare, i att man vill skapa sig större och mer kunskap av tillståndet hos dessa filterboxar genom tillståndsmätning av trycket. Genom att mäta trycket i de stora filterboxarna får man en uppfattning om vilket tillstånd filterstrumporna är i, dvs av alla de hundra strumporna kan en mätning kontrollera om någon av de på ett eller annat sätt har en bristande funktion eller ett begynnande slitage. Strumporna är monterade inuti taket i filterboxen,

vilket gör det finns möjlighet att de släpper fästet eller på annat sätt inte uppfyller sin funktion. Även om det vid ett måttillfälle inte upptäcks någon tryckskillnad som innebär eventuellt utbyte eller annan uppföljningen, är möjligheten att följa trender såklart av stor vikt för vidare uppföljning och utvärdering av eventuella produktbyten. En stor del av själva tillståndsmätningen och utvärderingen handlar, som beskrivits tidigare, om att studera applikationens historik, dvs inneha så mycket mätdata som möjligt för att kunna avgöra och planera underhållet ut efter det. En annan viktig aspekt vid en sådan mätning och trenduppföljning är att ha möjlighet att kontrollera kvaliteten, internt, på de filter som finns. Detta sker givetvis över tid, men det är väsentligt att genom datainsamling kunna utvärdera om det finns förbättringsarbete att utföra.

6.1.6 Underhåll i dagsläget

Idag utförs underhållet på hela spånutsugningssystemet av extern personal ifrån en extern leverantör. Outsourcing av underhållsarbete, på detta system, har varit en lösning under lång tid, vilket innebär att den interna personalen inte har tillräckligt med kunskap eller information om det filtersystem som innehar en så pass kritisk nivå. Underhållsarbetet på systemet sker med jämna intervall, där extern personal ca en gång varje månad gör en tillståndsmätning på en eller flera filterboxar. Och utifrån detta har möjlighet att planera vilken eller vilka filter som ska underhållas eller bytas vid nästa besök.

6.1.7 Haverihistorik

Enligt historiken för filtersystemet finns det inget återkommande fel eller tydliga tecken på brister utan generellt byts en filterstrumpa vartannat eller vart tredje år. Enligt den statistiken, som erhållits från underhållschefen på Älmhults fabriken, låter det inte som ett typiskt objekt för tillståndsmätning. Men trots den, i stort sett, felfria historiken har haverier uppstått slumpartat och det har funnits tillfällen då filterstrumpor lossnat eller förslitningar uppkommit. Detta har då inte kontrollerats internt utan den externa personalen har uppmärksammat dessa fel (möjligtvis en månad senare eller senare). Även om produktionen kan fortgå och inte påverkas direkt av att ett filter lossnat eller slitits, finns det möjlighet att dessa problem kan leda till andra följdproblem, såsom att fläktarnas verkningsgrad ökar etc. Som i sin tur leder till mindre livslängd och i värsta fall oplanerade underhållsstopp på sikt. Det är bl.a dessa problem som kan förebyggas med tillståndskontroll.

6.1.8 Tillståndsmätning av filter

Vid tryckmätningen, själva tillståndskontrollen på filterboxarna, ansluter man (fysiskt) ett portabelt verktyg till boxens redan befintliga hål, som just är till för detta ändamål. Det ena hålet, som är ca 1 cm i diameter är placerat på den s.k. ”skitsidan”, dvs den sidan som inte har filtrerats. Och det andra hålet är placerat på ”rensidan” dvs. den sidan där luften är filtrerad och är på väg att färdas in till fabriken igen. Det portabla verktyget förmedlar sedan, via en display, tryckskillnaden (differentialtrycket) mellan skit och ren –sidan. Med hjälp av givna larmnivåer och driftsnivåer kan tillståndet konstateras.

7 Fabriken i Portugal, Porto, Pacos de Ferreria

7.1 Val av objekt

Swedwoods fabrik i Portugal har varit den andra fabriken som projektet har fokuserats kring. Fokusområdet har handlat om att undersöka vilket objekt som i dagsläget är kritiskt för produktionen och som är relevant att tillståndsövervaka. Efter en mailintervju med underhållschefen utföll överenskommelsen att fokusera på spånutsugningssystemet och vibrationsmätning.

7.1.1 Varför spånutsugningssystemet

Även i denna fabrik, likt fabriken i Älmhult, berör spånutsugningssystemet alla produktionslinjer. Vilket innebär att om en fläkt haverera skulle detta påverka alla produktionslinjer och hela produktionen hade eventuellt behövts stoppas. Även ett mindre fel i någon fläkt, som inte upptäckts, skulle kunna leda till följdproblem i andra enheter och påverkat produktionen så pass mycket att det hade krävts ett oplanerat underhålls ingrepp. Det finns inte en fläkt som är av större betydelse än någon annan. Det enda området i fabriken som inte berörs av detta system är packningslinjen.

Genom att skapa mer kunskap och information om tillstånden på fläktarna internt, inom underhållsorganisationen, på fabriken i Portugal skulle ett eventuellt haveri av spånutsugningssystemet kunna förutses. Informationen och kunskapen önskas hämtas via tillståndsmätning av vibrationerna från fläktarna. Eftersom systemet har en så pass kritisk nivå är detta relevant.

7.1.2 Haverihistorik och ny underhållsplan

Enligt underhållschefen har det vid relativt många tillfällen inträffat att produktionsstopp har fordrats pga. haveri i spånutsugningssystemet. Så pass många gånger att det har krävts förändring i utförandet av underhållet. Nu arbetar de utefter en underhållsplan som har en preventiv grund. Denna inspektionsplan sköts helt av extern personal, vilket också innebär att det internt saknas kunskap och information. Det schemalagda och preventiva underhållsarbetet, som innebär vibrationsmätning av fläktarna och tryckmätning av filterboxarna, sker månadsvis.

7.1.3 Funktion

Spångutsugningssystemet är placerat i taket fast inomhus, vilket skiljer sig från systemet i Älmhult. Annars är spånutsugningssystemen lika på de olika fabrikerna, med spånfilterboxar där det rören leder ner till fabriken till centrala punkter. Från dessa centralpunkter leder sedan utsugningssystemet fram till de enheter vars funktion extraherar spån, mer eller mindre mängd, grov eller finkornigt. För mer information om dess funktion, läs kap (6).

7.1.4 Ritning

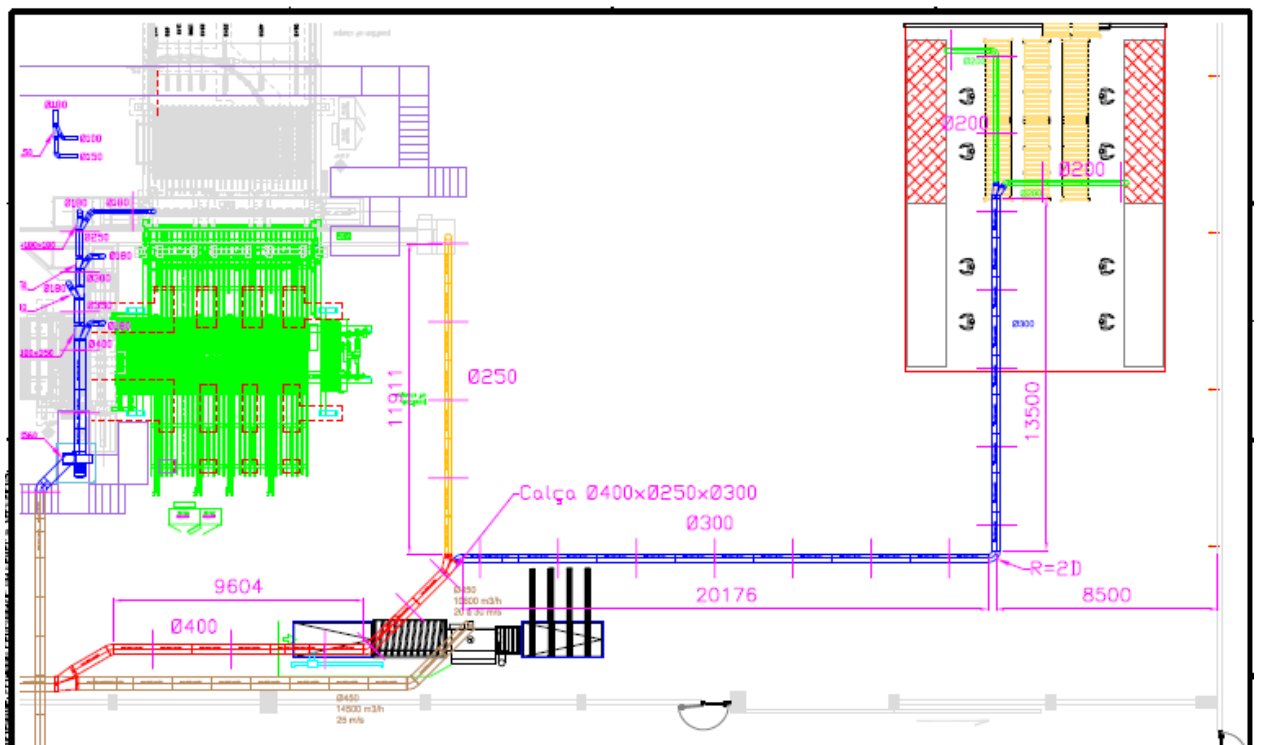


Fig 15. Ritning över en del av spånutsugningssystemet på fabriken i Porto (källa: [7])

Ritningen visar de objekt som hör till spånutsugningssystemet. Från filterboxarna till de centrala punkter i fabriken som sedan grenar ut till de enheter vars funktion bidrar till att spån extraheras. T.ex. slipmaskiner eller andra ytbehandlingsmaskiner.

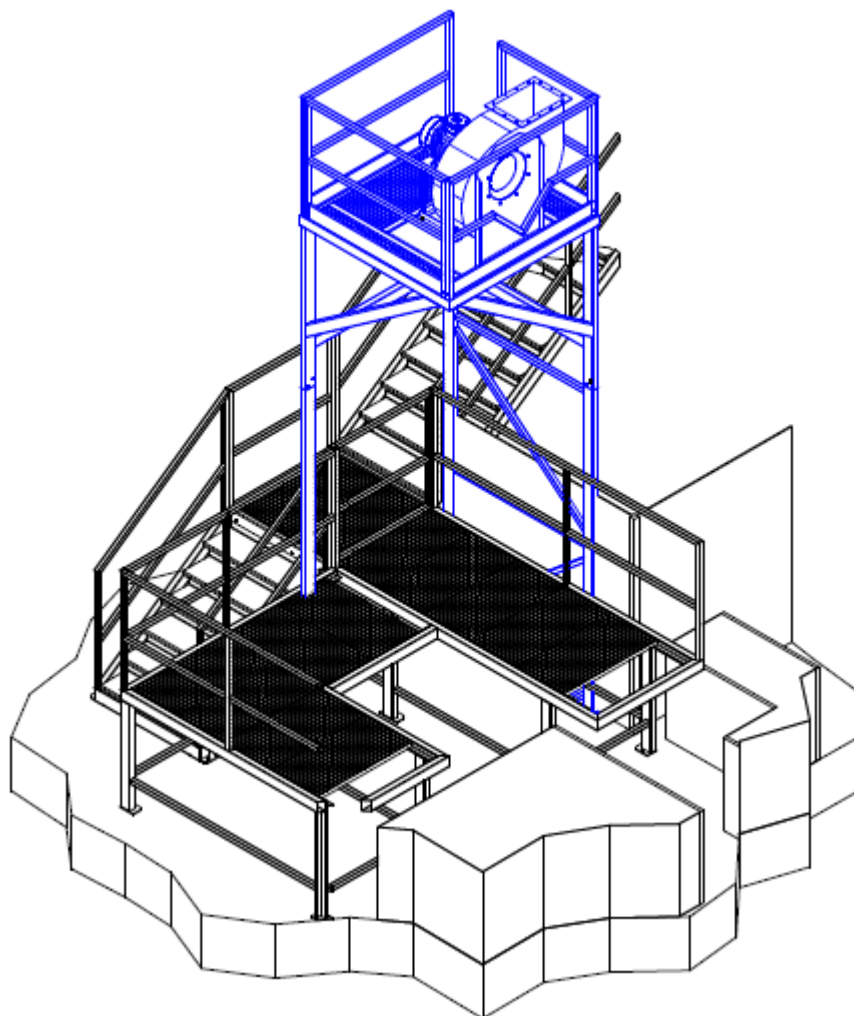


Fig 16. Bilden illustrerar uppsättning av en större fläkt till spånutsugningssystemet i fabriken i Porto (källa: [7])

7.1.5 Varför tillståndsövervakning

Som nämnts i tidigare kapitel handlar tillståndsmätningen om att vid absolut bästa tidpunkt utföra underhållet på en enhet. Genom att studera och analysera mätvärdena för tillståndet på ett objekt och följa upp trender, skapas mer kunskap om en enhet och dess funktion. Genom analys och större kunskap av en maskin kan nya och bättre optimerade larmnivåer skapas. Övervakningen leder således till mer optimerade produktionsstopp och en bättre planerad underhållsplan med mindre stilleståndstid i produktionen.

Tillståndsövervakningen bidrar inte bara till mer optimerade underhållsstopp utan det bidrar också till att säkerheten för personal och miljön blir bättre. Vilket är också en av de främsta fördelarna med tillståndsbaserat underhåll. Det är, som nämnts tidigare, dessa aspekter som tillhör A-klassningen vid en ABC-klassificering.

8 Implementering

En förutsättning för att ett arbete med tillståndsövervakning ska vara möjlig och lönsam är att hela processen från datainsamlingen fram till att arbetsordern skapas är utförbar. Därför är det viktigt att den data som samlas och analyseras från enheterna också kan dokumenteras i det befintliga underhållsprogrammet som utfärdar arbetsorder.

8.1 Dokumentation

Dokumentationen är såklart av stor vikt för underhållsorganisationen, för att i bästa möjliga mån planera underhållet men också för att ha möjlighet att följa upp trender för de olika enheterna. Samtidigt är dokumentationen också av stor vikt när det gäller produktions systemet, då den avdelning inom företaget som planerar produktionen ska ha möjlighet att kontrollera vilka objekt som är planerade att underhållas.

8.2 Förändrad process

Swedwood är precis i en situation då de inför ett nytt underhållssystem för hela organisationen, dvs underhållsorganisationen är i en förändrande process. Tanken är att systemet ska vara genomgående i alla fabriker. Detta innebär att om det ska vara rimligt att införa ett verktyg för tillståndskontroll bör denna också ge möjlighet till synkronisering in till detta nya underhållssystem. Systemet som fasas in heter Tekla och är ett väldigt dynamiskt system med många möjligheter.

8.3 Övergripande funktion

I detta projekt har en mindre genomgång av systemet genomförts. Systemet fungerar som så att varje maskin eller objekt registreras i systemet och en övergripande bild av hela anläggningen finns implementerat i systemet. Teknisk data registreras och varje rondering eller underhållsinsats registreras även där. Utifrån informationen i systemet skapas arbetsorder för underhållsorganisationen. Därför är det speciellt viktigt att ett nytt verktyg kan anpassas i systemet för att det ska vara lönsamt och ge effekt för underhållsorganisationen.

8.4 Överblick av underhållssystemet

En överblick hur huvudmenyn är uppbyggd i Tekla visas på bilden nedan. Där finns ett ”underhålls träd” där den utrustning som tillhör underhåll registreras och från den huvudgrenen går det att ta sig djupare ner i trädet för varje komponent om detaljinformation är nödvändig. En fördel med detta dynamiska system är att principen för att addera nya enheter och addera ny information på detaljnivå, utförs på samma sätt, vilket innebär att det är enkelt att navigera i systemet och att nya registreringar inte tar lång tid.

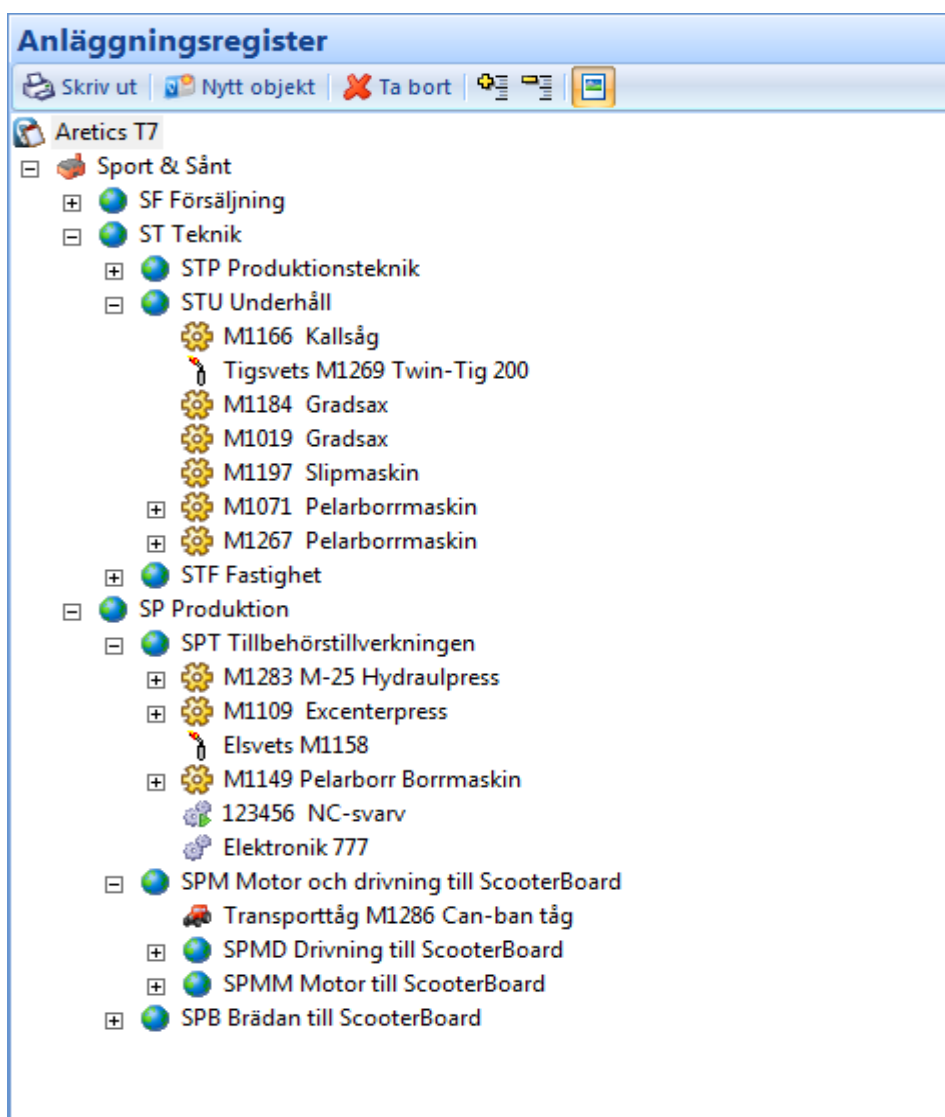


Fig 17. Överblick av underhållssystemets huvudmeny (källa: Aretics)

8.5 Dynamiskt system

Eftersom Tekla är så dynamiskt och är skapat för att underlätta för underhållsarbetet finns möjligheter att generera den data till en arbetsorder som är insamlad från verktyg för tillståndskontroll. Till varje enhet som är

registrerad i Tekla finns det verktyg som används för att rapportera hälsan på varje litet tillhörande objekt. Exempelvis är varje del av en motor registrerad och på så vis kan dokumentation göras om hälsan eller vad som helst som berör tillståndet hos varje del. Registrering kan göras manuellt samt finns det möjlighet att koppla dokument som bilder, länkar etc till varje del av utvalda objekt.

Exempel på data som lagras för en enhet är:

- Leverantör
- Märke
- Mått
- Drifttimmar
- Underhållshistorik
- Reservdelar
- Tid till underhåll
- Ritningar mm.

Bilden nedan visar ett exempel på de detaljer som går att tilldela en enhet.

The screenshot shows a software interface for unit registration. The window title is "Arkiv Redigera Verktyg". The menu bar includes "Spara och stäng", "Journal", "Beställ jobb", and "Rapportera". The main area has tabs for "Beskrivning", "Egenskaper", "Historik", "Återkommande jobb", "Objekt", "Artiklar", "Ritningar", and "Ekonomi". The "Beskrivning" tab is active, showing fields for "Placering" (STU Underhåll), "Kategori" (Maskin), "Typ" (Slipmaskin), "Nummer" (M1197), "Beteckning" (Oertzon DS 200), "Serienr/Id", and "Position". Below the fields is a toolbar with "Beskrivning" and "Bilder" buttons, and a rich text editor with "Normal", "Punktlista", "Numrerad lista", and "Avskiljare" options. The main content area is empty.

Fig 18. Specifik data som går att registrera för en enhet (källa: Aretics)

8.6 Dataöverföring från operatörsenhet till Tekla

De verktyg för tillståndsmätning, som har studerats i denna rapport, är handhållna enheter som operatörer kan använda vid schemalagd rondering. Verktøygen presenterar den insamlade data på en display som är direkt avläsbar och sparas sedan i den handhållna enheten. När sedan all data är insamlad går det att manuellt lägga in resultaten för varje objekt i Tekla. Alternativt går det också att koppla de dokument, som genereras av den installerade mjukvaran tillhörande det handhållna verktyget, till objektet, dvs att all data som skapas från en tillståndskontroll av enheterna går direkt att koppla till varje del av en utvald maskin. Det går således att ta del av all dokumentation för varje enhet vare sig du är operatör eller underhållschef och det går enkelt att avläsa den data som är insamlad då den oftast presenteras och sparas grafiskt.

9 Produktmatris



Som nämnts tidigare i rapporten finns det många aspekter som hänsyn skall tas till vad det gäller att införa arbete med tillståndsbaserat underhåll. Några av dessa aspekter måste också beaktas när det gäller val av produkt för tillståndsovervakning. Dels måste hänsyn tas till vilket objekt som är valt att övervaka och dels måste hänsyn tas till vilken kompetens och tid personalen inom underhållsorganisationen har.

I de fall som har studerats, i både Älmhult och Porto, har samma system valts att övervaka och på både sajterna fungerar det nuvarande underhållet på precis samma sätt, dvs det förebyggande underhållet på spånutsugningssystemet sköter extern personal. Den externa personalen använder sig av portabla verktyg, vilket innebär att ett steg för den interna personalen att ta är då arbete med portabla verktyg för tillståndskontroll. Och inte onlinemätning, som är full genomförbart, men inte direkt rimligt.

Att det inte är rimligt för Swedwood att införa en onlineövervakning, på ett så pass kritiskt system, grundar sig på vad experter inom området underhåll, från SKF och ABB har informerat. Ett naturligt steg att ta för Swedwood vore ett införande av handhållande ronderingsverktyg inom underhållsorganisationen enligt de rådfrågade experterna. Verktøygen som operatörer kan använda efter en mindre utbildning.

Eftersom det konstaterades relativt tidigt i projektet att det var portabla verktyg som var av intresse att använda inom organisationen har således också den matris som presenteras nedan fokuserats på portabla handenheter. Hänsyn

har tagits till att de som eventuellt ska använda dessa inte har någon tidigare erfarenhet av att utföra vibrationsmätning eller differentialtrycksmätning. Hänsyn har också tagits till att de är relativt enkla att lära sig och att mätningarna utförs på kort tid.

	Name	Supplier	Benefits	Disadvantages	Communication	Measurement parameters	Cost
	Microlog inspector: CMDM 6600-series	SKF	<ul style="list-style-type: none"> Downloadable inspection rounds Upload collected data to SKF database Guided instructions with corrective Wireless sensor Synchronizing button to upload data directly to computer Software gives possibility to more advanced analysis SKF's engineers feedback directly after data uploaded Modifying routines to get more efficient Modifying larmlevels Process data easily and efficiently 	<ul style="list-style-type: none"> Measurement in two dimensions Magnetic measurement's failure margin Not pressure measurement 	LAN, Wifi, 3G, USB	<ul style="list-style-type: none"> Vibration measurement (Velocity and acceleration) Temperature measurement 	30.000,-
	Microlog analyzer AX-series, CMXA 80	SKF	<ul style="list-style-type: none"> Advanced data collector and FFT analyzer Additional application modules Powerful software with diagnostic and analytical capabilities Easy for novice and advanced users 	<ul style="list-style-type: none"> Expensive Too advanced 	Cable, USB, dockingstation	<ul style="list-style-type: none"> Vibration measurement (Acceleration, velocity, displacement, phase etc) Temperature Pressure sensors 	

10 Slutsats och diskussion

Att införa ett tillståndsbaserat underhåll på de utvalda delarna/objekten som studerats i detta projekt är helt klart rimligt. Dels är det rimligt då det idag utförs ett övervaknings arbete, dock från extern personal, dels är det rimligt då metoderna, för övervakningen, är vanliga inom områdena och är tekniskt välutvecklade. Objekten är även tillverkade för övervakning, vilket underlättar om det eventuellt skulle bli aktuellt med ett nytt arbetssätt som tillståndsovervakning. Det finns även möjlighet att ta del av den kunskap som den externa personalen har och ta del av den data som de har samlat in, vilket är av stor betydelse. Det finns även mycket information och hjälp att hämta av leverantören genom utbildning i mätteknik och experthjälp direkt via deras mjukvara.

Eftersom tillståndsmätning på dessa spånutsugningssystem inte utförs varje dag, utan istället utförs max en gång per månad innebär det också att belastningen av arbetet för underhållspersonalen inte skulle ändras drastiskt.

Inte bara för att själva arbetet inte är tidsödande utan också för att eventuella ändringar i det preventiva schemat inte heller behöver ändras avseendevärt.

Önskemålet för mätteknikerna skiljer sig trots att det är samma typ av system som ska kontrolleras, dvs vibrationsmätning och differentialtrycksmätning. Efter samtal med experter från SKF och ABB, bildades en uppfattning om att det vanligaste och mest effektiva vore att arbeta med vibrationsteknik, inte för att tryckmätningen skall försummas utan mer som ett naturligt steg för underhållsorganisationen att ta. Mest effektivt är det för att den grad av vibrationsmätning, som detta system kräver, är relativt enkelt samtidigt som det också går att upptäcka fel både i fläktarna och i filtret, medans en tryckmätning i så fall bara skulle upptäcka ett fel inuti filterboxarna. Vibrationsmätning går även att använda på fler objekt i maskinparken än bara på fläktarna knutna till spånutsugningen.

Om det skulle bli aktuellt med ett införande av vibrationsmätning som en del av det preventiva underhållet är det viktigt att fokusera arbetsuppgiften på få personer. För att på ett så effektivt sätt som möjligt utföra mätningarna ska dessa mätas på exakt samma sätt på exakt samma punkt på objektet, vilket innebär att sprids uppgiften bland personal finns risk att bedömningarna av trenderna uppfattas olika. Och på så sätt blir trenduppföljningen ineffektiv och underhållet planeras således inte optimalt, vilket i sin tur leder till att tillståndsmätningen inte blir lönsam.

En annan aspekt som talar för ett införande av tillståndsbaserat underhåll är att implementationen i underhållssystemet är enkelt och effektivt. All insamlad data och alla trenduppföljningar kan dokumenteras med enkelhet i Tekla, vilket också gör att tiden för hela processen från datainsamling till dokumentation inte blir någon direkt påfrestning.

De tekniska förutsättningarna finns för ett införande av denna typ av tillståndsbaserat underhåll. Det handlar om vilka resurser underhållsorganisationerna har och vilket tidsutrymme som finns.

11 Appendix: Förklaring av ord och begrepp

LEAN – Filosofi hur resurser hanteras i en produktionsprocess

Tillståndsbaserat underhåll – Förebyggande underhåll baserat på uppmätt hälsa på utvalt objekt

CBM – Condition Based Maintenance (Tillståndsbaserat underhåll)

Tillståndsövervakning – Teknik för att mäta hälsa på utvalt objekt

Underhållssystem – Datorprogram med uppgift att samla data och skapa arbetsordrar

Produktmatris – Teknisk information av verktyg för tillståndsmätning

SPM – Swedwood Project Management

AU – Avhjälpande underhåll

FU – Förebyggande underhåll

MWT – Mean Waiting Time

MTTR – Mean Time To Repair

MTTF – Mean Time To Failure

MTBF – Mean Time Between Failure

SPM – Shock Pulse Measurement

Riskklassning – Ett sätt att kategorisera enheter i en maskinpark

Trend – Mätningresultat över tid för en enhet

FFT – Fast Fourier Transformation

Rondering – Schemalagt preventivt underhåll

12 Referenser

- [1] - Hagberg, L. Henriksson, T (2010).
Underhåll i världsklass.
OEE Consultants AB 2010. ISBN 978-91-633-6271-2
- [2] - Johansson, K-E (1997).
Driftsäkerhet och underhåll.
Karl-Edward Johansson och Studentlitteratur 1993. ISBN 91-44-39111-0
- [3] – SKF, dokument från intern grundkurs i vibrationsmätning
- [4] – SKF, N. Larsson, Intervju. April 2013.
- [5] - Idhammar, B (1997).
Rationellt underhåll 2, Underhåll, teknik och metoder.
Idhammar Förlag, Institutet för Underhållsteknologi. ISBN 91-630-5161-3
- [6] - Al-Najjar, B (1997).
Conditionbased maintenance: Selection and improvement of a cost-effective vibrations-based policy for rolling element bearings
Doctoral thesis, Lund University. ISBN 91-628-2645-X
- [7] – Swedwood, ritning på en del av maskinparken erhållen av underhållschefer från respektive fabrik.
- [8] – James W. Cooley, Peter A.W. Lewis, Peter D Welch (1967)
Historical notes on the Fast Fourier Transform
IEEE Trans. Audio Electroacoust., vol.AU-15, pp. 76-79

