

Användandet av tillståndsbaserat underhåll i svensk industri – en enkätundersökning genomförd på Underhållsmässan 2004¹

Marcus Bengtsson
Institutionen för Innovation, Design och Produktutveckling
Mälardalens Högskola
Box 325, SE-631 05 Eskilstuna
marcus.bengtsson@mdh.se
tfn nr. 016-15 34 86, fax 016-15 36 10
www.idp.mdh.se/personal/mbn08

Sammanfattning: Som ett led i forskningsprojektet "Tillståndsbaserat underhåll i tekniska system²" genomfördes en enkät för att ta reda på i vilken utsträckning olika företag och industrier/branscher använder sig av tillståndsbaserat underhåll. Enkäten bestod av 10 stycken frågor med olika svarsalternativ (se Metod och Bilaga). Syftet med enkäten var att snabbt få en bild av hur svensk industri utför sina underhållsaktiviteter. Totalt samlades 28 ifyllda enkäter in. För att underlätta sammanställning delades enkätsvaren in i fyra kategorier av industrier: process-, verkstads-, läkemedels/livsmedels- och energiindustrin. Resultatet ur en sådan här liten undersökning behöver naturligtvis inte vara representativt för hela den svenska industrin, dock kan vissa slutsatser dras.

Nyckelord: underhåll; tillståndsbaserat underhåll; tillståndskontroller; enkätundersökning

Introduktion

Som ett led att höja produktiviteten i svensk industri måste det satsas på att höja tillgängligheten på våra produktionsanläggningar. En stor bidragande faktor på tillgängligheten är hur underhållet utförs eller inte utförs. Ett bra underhåll har definierats som när väldigt lite avhjälpande underhåll utförs samt när så lite som möjligt förebyggande underhåll genomförs (Cooke and Paulsen, 1997). Detta kan låta som en omöjlig balansgång, men det finns olika strategier och tekniker för att åstadkomma just detta, i detta dokument kommer dock endast tillståndsbaserat underhåll att diskuteras.

Underhåll definieras av svensk standard (SS-EN 13306, 2001) som:

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

Tillståndsbaserat underhåll definieras av dito som:

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

Det tillståndsbaserade underhållet är alltså ett sätt eller en teknik att utföra sitt förebyggande underhåll på ett mer effektivt sätt. I det tillståndsbaserade underhållet ingår tillståndskontroller med (objektiv) uppmätning av tillståndsdata eller (subjektiv) kontroll av en anläggnings tillstånd. De uppmätta värdena eller kontrollerna måste sedan behandlas och analyseras samt jämföras med normala värden. Vid upptäckt av onormala värden måste analysen fördjupas och diagnos (vad håller på att hända och var) samt prognos (när kommer felet att bli kritiskt) ställas. Med dessa analyser kan man sedan planera

¹ Enkäten genomfördes under seminariet "Att införa tillståndsbaserat underhåll" den 11 mars, klockan 14.00-17.00, på Svenska Mässan i lokal R2. Enkäten kommer att genomföras ytterligare en gång vid ett liknande seminarium för att erhålla ett säkrare resultat.

² Projektet stöds av KK-Stiftelsen, EUMål2, Länsstyrelsen Västmanland, Bombardier Transportation, UTEK och ABB. Projektet är även till viss del ett delprojekt i ExAct vid Mälardalens högskola som stöds av SFF Pro Vinking, ABB, Volvo, SKF och Underhållsföretagen (SCEMM).

ett underhållsstopp på ett bättre och effektivare sätt. Nödvändiga verktyg och reservdelar kan beställas, den mest erfarna underhållsteknikern kan underrättas samt underhållsstoppet kan förläggas utanför planerad produktionstid. I och med att tillståndskontrollerna finner begynnande fel kommer antalen haverier att minskas, med det även det avhjälpande underhållet och med analyser av tillståndsdata kommer underhållsstoppen att planeras effektivare och minskas i omfattning. Ett väl fungerande tillståndsbaserat underhåll är alltså ett alternativ i rätt riktning mot ett bättre underhållsutförande och ökad tillgänglighet.

Med argument enligt ovan kan man tro att hela svenska industrin, åtminstone de med höga stilleståndskostnader, använder sig av den tillståndsbaserade underhållstekniken, dock har en del undersökningar visat på annat. Som ett led i forskningsprojektet "Tillståndsbaserat underhåll i tekniska system", som bedrivs vid Institutionen för Innovation, Design och Produktutveckling vid Mälardalens högskola, så har denna enkätundersökning som syfte att samla empiri för att besvara hur det står till med användandet av tillståndsbaserat underhåll i svensk industri. Denna rapport kommer visa på hur enkätundersökningen genomfördes, vad resultatet av den blev samt vissa slutsatser.

Metod

För att erhålla ett snabbt svar på en mindre frågeställning kan kvantitativa enkätundersökningar vara ett bra alternativ. Intervjustudier kan ofta dra ut på tiden och det är svårt att intervjua mer än en person åt gången och samtidigt erhålla ett samstämmigt resultat. Med en enkät kan många respondenter ge svar på samma frågor under en kort tidsperiod, analysen av svaren underlättas också då man kan utföra dem med beräkningar. Svårare kan det dock vara att utforma själva enkäten så att man vet att man får svar på det som verkligen efterfrågas, att ha en hög *validitet*³. Mycket tid måste läggas på att formulera frågorna så att missförstånd inte kan uppstå. Som ett led i att säkra validiteten i enkäten som har använts i denna studie så har den diskuterats och formulerats av flera personer. *Reliabilitet* är ett annat begrepp som även måste vara hög för att erhålla ett tillförlitligt resultat, reliabiliteten är ett mått på om studien ger samma resultat vid olika tillfällen. I denna studie genomfördes enkätundersökningen på ett seminarium som behandlade ämnet som efterfrågades, rimligt är då att om man vill utöka antalet respondenter eller genomföra enkätundersökningen vid ett senare tillfälle så bör den utföras vid en liknande sammankomst med liknande respondenter.

Uppbyggnad av enkäten

Enkäten består av tio frågor (se bilaga) som behandlar inom vilken industri/bransch företaget finns, storleken på företaget, storleken på underhållsavdelningen, hur underhållet utförs idag och uppskattningsvis hur det kommer att bedrivas om två år. Den behandlar också i vilken utsträckning företagen använder sig av tillståndskontroller samt om de är involverade i forskning.

Den första frågan, som eftersöker industri/branschtillhörighet, är öppen och respondenten ombeds fritt beskriva. Den andra frågan, som rör storleken på företaget, har alternativsvar och respondenten får fylla i en box för intervallerna 1-9, 10-49, 50-249 och 250-⁴ antal medarbetare. Den tredje frågan, som eftersöker storleken på underhållsavdelningen på företaget, är öppen och respondenten får fritt fylla i antalet. Fråga 4-7, som rör hur underhållet utförs idag samt uppskattat om två år, har alternativsvar och respondenten får fylla i en box som anger procentandel. Fråga 8-10, som rör användandet av tillståndskontroller samt forskning, är påståenden som respondenten får besvara med en skala på 1-5 med olika värderingar för varje påstående och skala (se bilaga). Den sista frågan är öppen och den efterfrågar vad respondenten anser att det bör forskas mer inom i den tillståndsbaserade underhållstekniken.

Genomförande av enkätstudien

Enkäten genomfördes under en kortare tid som en del av ett seminarium som behandlade "Att införa tillståndsbaserat underhåll". Deltagarna på seminariet kom huvudsakligen från industrin och då från

³ Bell, J. (1995) har använts som referens för enkätupbyggnad.

⁴ EU's klassificering av mikro-, små-, medelstora- och stora företag (<http://europa.eu.int>).

företagens underhållsavdelningar. Då seminariet behandlade ett ämne inom tillståndsbaserat underhåll antogs att deltagarna själva har en uppfattning av underhållstekniken och på så sätt utgör ett passande urval (intervjumaterial). Urvalet är dock alldeles för litet för att det skall kunna dras några långt gångna slutsatser, men undersökningen kan visa på ett ungefär vart den svenska industrin finns idag.

Analys av enkäten

Enkätsvaren samlades in samma dag som enkäten genomfördes. För att se om det fanns något skillnad mellan de olika industrierna/branscherna delades företagen in i fyra olika kategorier: process-, energi-, läkemedels/livsmedels- och verkstadsindustri. De 28 svaren fördelades enligt samma ordning in i 6, 8, 5 respektive 9 svar. I processindustrin ingår företag inom papper och stål, i verkstadsindustrin ingår tillverkande företag så som fordonsindustrin, i energi ingår bland annat företag inom kärnkraftsindustrin. Den tveksamma indelningen av läkemedels- och livsmedelsindustrin gjordes för att kunna hålla någon form av anonymitet av svaren samt att dessa industriers svar låg relativt nära varandra. Svaren fördes in i MS Excel där medelvärde beräknades och stapeldiagram konstruerades. Vissa olikheter kunde skönjas mellan de olika industrierna/branscherna, men även här måste påpekas att stickproven för de olika industrierna/branscherna kan anses vara mycket små.

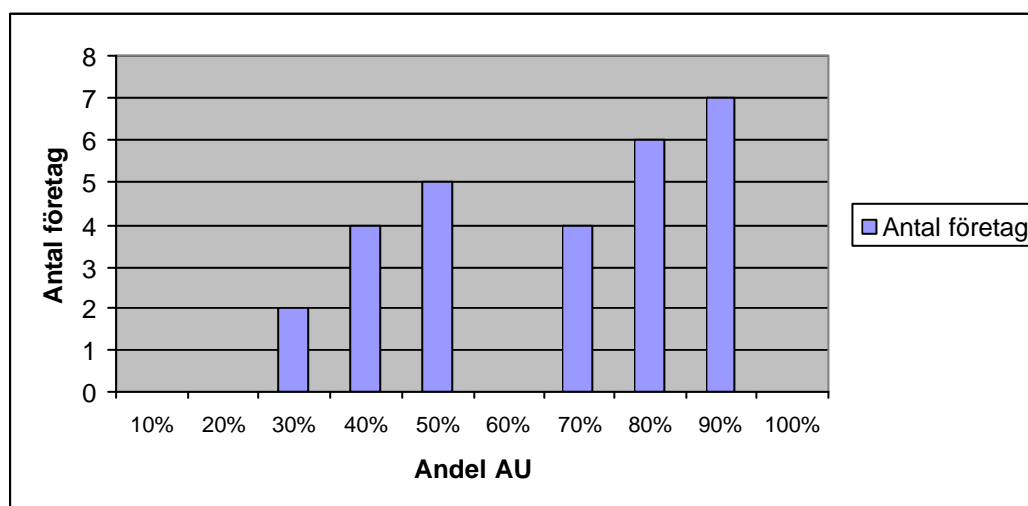
Resultat

Nedan kommer resultaten ifrån fråga 4 till fråga 11 att behandlas. I diskussionen kommer, där det är möjligt, olikheter mellan industrierna/branscherna samt storlekarna på företagen att påpekas.

Fråga 4

I fråga 4 ombads företagen att ange andelen (%) av företagens underhåll som bedrivs med avhjälpande underhåll. Som framgår enligt stapeldiagrammet i figur 1 är det många av företagen som använder den avhjälpande underhållstypen. Enkäten svarar tyvärr inte på varför det ser ut på detta sätt utan det kan bara konstateras att 60% av företagen svarar att av sina underhållsaktiviteter så består 70% eller mer av avhjälpande åtgärder. Vissa delsystem och komponenter är vare sig kritiska eller dyra och med sådana förutsättningar är den avhjälpande underhållstypen ofta att föredra, men att det skall vara hela förklaringen eller orsaken till det höga utfallet är nog inte rimligt.

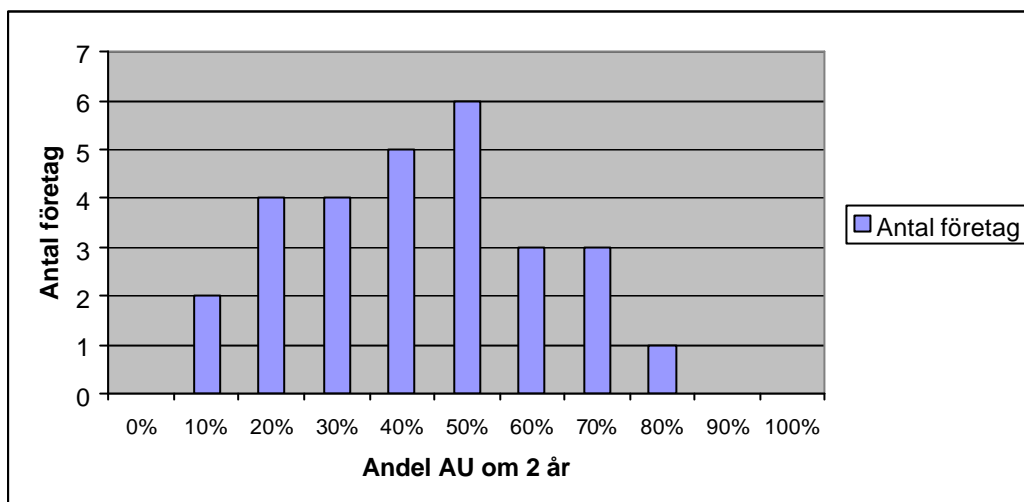
Inom de olika industrierna/branscherna finns vissa olikheter, verkstadsindustrin ligger lägst i andelen (~45%), process- och läkemedels/livsmedelsindustrin ligger på ungefär samma andel (~50%) medan energiindustrin jämförelsevis ligger relativt högt (~75%).



Figur 1. Medelvärdet för hela urvalet ligger på 56% AU, övriga 44% är då förebyggande underhåll.

Fråga 5

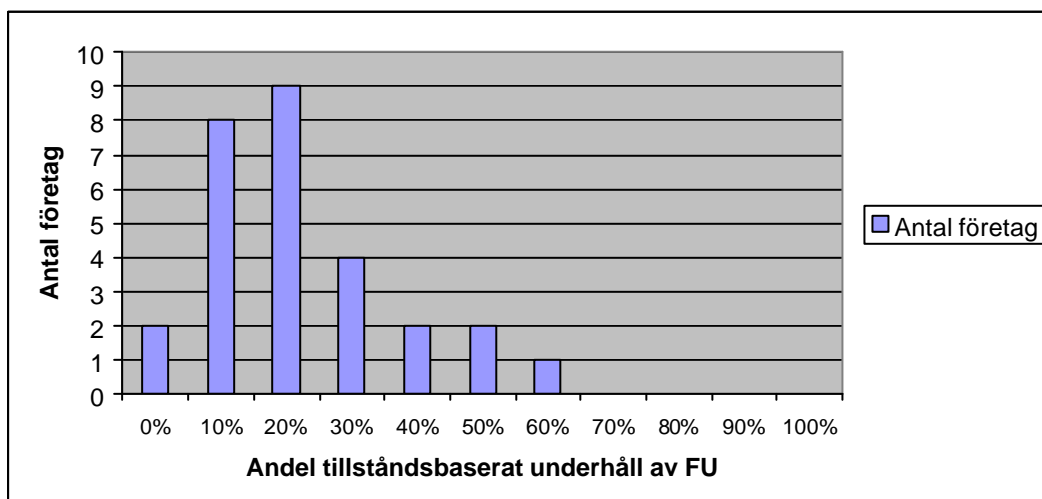
I fråga 5 ombads företagen att uppskatta andelen (%) av underhållet som om 2 år kommer att bedrivas med avhjälpande underhåll. Som framgår enligt stapeldiagrammet i figur 2 så ser respondenterna ljus på framtiden. 75% av företagen uppskattar att de kommer att ha en andel avhjälpande underhåll på 50% eller mindre inom en 2-årsperiod. Energiindustrin uppskattar att de kommer att minska andelen avhjälpande underhåll mest över en 2-årsperiod med över 20%, medan de övriga industrierna uppskattar att de kommer att minska med ungefär 10%.



Figur 2. Medelvärdet för hela urvalet ligger på, uppskattade, 43% AU (om 2 år), övriga 57% är då förebyggande underhåll.

Fråga 6

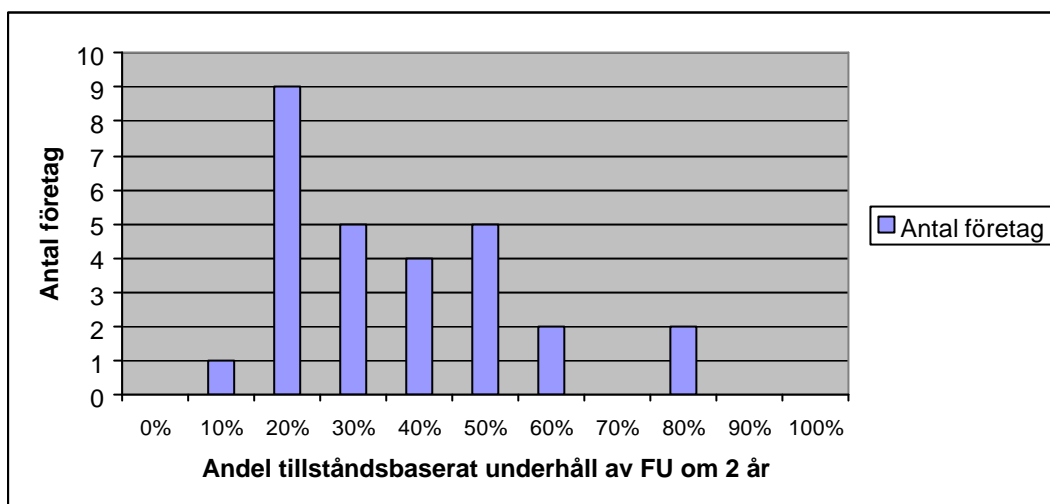
I fråga 6 ombads företagen att ange den andel (%) av det förebyggande underhåll som bedrivs med tillståndsbaserat underhåll. Som framgår av stapeldiagrammet i figur 3 är utnyttjandegraden av tillståndsbaserat underhåll inte alls hög. 82% av företagen uppger att av deras förebyggande underhåll är det endast 0-30% av underhållsaktiviteterna som består av tillståndsbaserat underhåll. Ingen industri/bransch utmärker sig nämnvärt, alla ligger på runt 20%.



Figur 3. Medelvärdet för hela urvalet ligger på 22% tillståndsbaserat underhåll, övriga 78% är då förutbestämt förebyggande underhåll.

Fråga 7

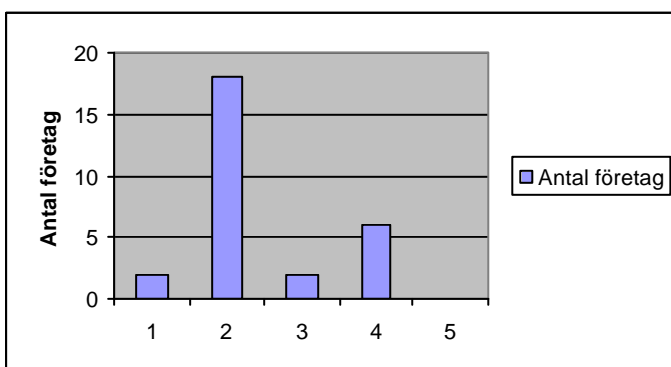
I fråga 7 ombads företagen att uppskatta den andel (%) av det förebyggande underhållet som kommer att bedrivas med tillståndsbaserat underhåll om 2 år. Som framgår av stapeldiagrammet i figur 4 ser företagen ljusst på framtiden även på den här frågan. 54% av företagen uppger att av deras förebyggande underhåll så kommer ungefär 0-30% av underhållsaktiviteterna bestå av tillståndsbaserat underhåll om 2 år, dvs en minskning med 28% av företagen i det spannet. Process- och verkstadsindustrin är de mest positiva och uppskattar att de kommer att fördubbla sitt tillståndsbaserade underhåll på en 2-årsperiod. Läkemedels/livsmedels- och energiindustrin är lite mer återhållsamma i sin prognos och uppskattar att andelen kommer att öka med 12 respektive 5%.



Figur 4. Medelvärde för hela urvalet ligger på 37%, övriga 63% är då förutbestämt förebyggande underhåll.

Fråga 8

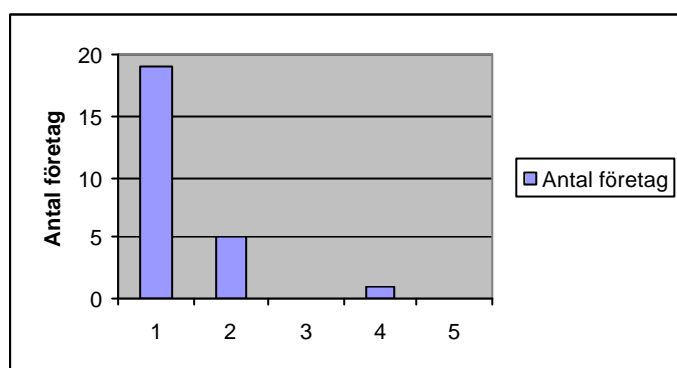
I fråga 8 ombads företagen att ange i vilken utsträckning företagen använder sig av tillståndskontroller/tillståndsovervakning. I denna fråga var företagen ombudade att på en skala från 1-5, med 1="Inte alls" och 5="På alla enheter", svara på i vilken utsträckning de använde sig av tillståndsovervakning/tillståndskontroller. Ett medelvärde för alla industrier beräknades till 2.43, med högsta värdet 4 och lägsta värdet 1. De olika industrierna/branscherna skiljer sig inte mycket åt i detta påstående, spridningen ligger mellan 2.2 och 2.78, med verkstadsindustrin i topp.



Figur 5. Medelvärde för hela urvalet ligger på 2.43. Skalan på påståendet var 1="Inte alls" och 5="På alla enheter".

Fråga 9

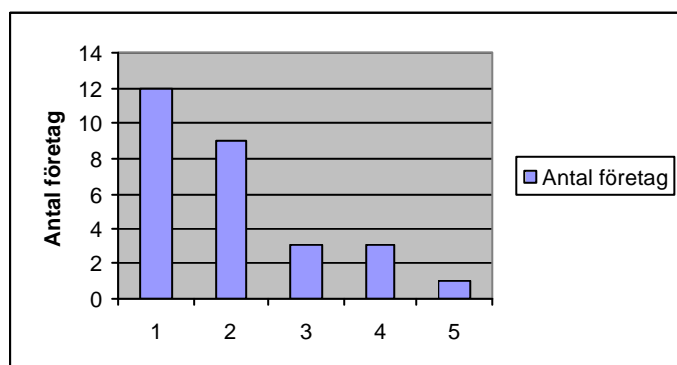
I fråga 9 ombads företagen att ange hur hög grad av automatisering som förts in på tillståndskontrollerna/tillståndsovervakningen. I denna fråga var företagen ombedda att svara på samma sätt som på föregående påstående, med 1="Manuell" och 5="Fullständigt automatiserad". Ett medelvärde för alla industrier/branscher beräknades till 1.32, med högsta värdet 4 och lägsta värdet 1. De olika industrierna/branscherna skiljer sig något mer åt på detta påstående, spridningen ligger mellan 1.11 och 1.83, med energiindustrin i topp (2 företag av 8 inom energiindustrin har dock inte svarat på detta påstående vilket skulle kunna medföra ett högre resultat).



Figur 6. Medelvärdet för hela urvalet ligger på 1.32. Skalan på påståendet var 1="Manuell" och 5="Fullständigt automatiserad".

Fråga 10

I fråga 10 ombads företagen att ange hur mycket som investeras i forskning inom underhåll på företagets underhållsavdelningar (examensarbeten och skolprojekt inräknat). I denna fråga var företagen ombedda att svara på samma sätt som på föregående påstående, med 1="Ingenting alls" och 5="i hög utsträckning". Ett medelvärde beräknades till 2.0, med högsta värde 5 och lägsta värde 1. Verkstads-, Läkemedel/Livsmedel- och Energiindustrierna ligger ungefär på samma medelvärde medan processindustrin sackar efter med det lägsta medelvärdet på 1.5. Nedslående läsning är att hela 43% av företagen svarar att de inte i någon utsträckning alls bedriver forskning inom underhållsavdelningen.



Figur 7. Medelvärdet för hela urvalet ligger på 2.0. Skalan på påståendet var 1="Ingenting alls" och 5="I hög utsträckning".

Fråga 11

I fråga 11 ombads företagen att skriva vad de tyckte att framtida forskning inom tillståndsbaserat underhåll bör fokusera på. Några tendenser mellan de olika industrierna/branscherna kan inte hittas utan det är stor spridning över hela urvalet. Samtliga föreslagna förslag:

- Standarder
- System
- Information
- Metoder att införa operatörsunderhåll
- Online mätningar
- Definitioner
- Utbytet av tillståndsbaserat underhåll
- Mätetalsmodeller
- Beslutsprocessen (3)
- Elektronikövervakning (2)
- Prediktering/prognos (2)
- Utveckling av metoder för snabb och enkel tillståndskontroll
- Hitta gränsvärden (börvärden) där ISO saknas
- Kunskapsinsamling av effektiva nyckeltal för olika branscher för att veta när anläggningar kommer gå sönder
- Attityder
- Utfallet av olika tillståndskontroller

Slutsatser

Det är viktigt att nu än en gång påpeka att denna studie har varit liten i sin omfattning och att samma enkätundersökning kommer att genomföras vid fler liknande tillfällen. Tills dess kan dock en del slutsatser dras. Att användningen av tillståndsbaserat underhåll skulle ligga på en relativt låg nivå i den svenska industrin har tidigare undersökningar redan pekat på, resultatet är därmed inte helt oväntat för den insatte. Dock är det både roligt och inspirerande att se att företagen som varit med i denna studie visar på framåtanda och nytänkande inför framtiden. Företagens uppskattade andel av tillståndsbaserat underhåll kommer inom en 2-årsperiod att öka från ett medelvärde på 22% till ett medelvärde på 37%. Denna siffra är som betonats ingenting annat än en uppskattning och det är svårt att säga med någon säkerhet om utfallet kommer att vara lika positivt i verkligheten. Respondenterna som svarat på enkäten är antagligen positivt inställda till tillståndsbaserat underhåll då de besökt seminariet som tidigare nämnts, detta kan också påverka det positiva utfallet på uppskattningen. Men det pekar ändå mot att tillståndsbaserat underhåll antagligen kommer lyftas upp och diskuteras mer både i allmänhet samt på arbetsplatser vilket ofta är positivt.

Resultatet av fråga 8 pekar mot att tillståndskontroller faktiskt används i stor utsträckning inom svensk industri, frågan som kan ställas här är i vilket syfte tillståndskontrollerna används i. Det tillståndsbaserade underhållet uppgick till endast ett medelvärde av 22% av det förebyggande underhållet som i sin tur endast uppgick till ett medelvärde av 44% av det totala underhålls genomförandet. Medelvärdet på fråga 8 uppgår till 2.43, vilket enligt skalan för påståendet, betyder att tillståndskontroller används på nästan hälften av all utrustning. Används då tillståndskontrollerna verkligen som ett verktyg i underhållsarbetet eller är det någonting man företar sig för att "man måste"? Om resultatet kan ses som tillförlitligt måste företagen arbeta hårt mot att börja använda resultatet av tillståndskontrollerna i underhållsplaneringen. Här finns ett glapp i forskning och utveckling. Metoder och arbetssätt för att föra in tillståndsbaserat underhåll i praktiken och i organisationen saknas. Diverse underhållsstrategier, som total produktivt underhåll (TPU) och Reliability-centered maintenance (RCM), har uppbackning av utvecklade implementeringsmodeller. Tillståndsbaserat underhåll är en teknik som skulle kunna bedrivas inom ramen för dessa underhållsstrategier, men det saknas ett strategiskt angreppssätt för hur man bör gå till väga för att implementera det i organisationen, ändra på attityder (hos ledning likaväl som underhållstekniker) samt den rena tekniska implementeringen. I fråga 9 efterfrågades graden av automatisering som införts

på tillståndskontrollerna, här är resultatet samstämmigt lågt. Många företag värderar troligen kontakten mellan maskin och underhållstekniker högre än ett det tekniska.

Resultatet av fråga 10, där underhållsavdelningens involvering i forskning eftersöks, är spritt. Med ett medelvärde på 2.0 ligger företagen nära skalan "Ingening alls" vilket känns nedslående. Enklare skolprojekt, både gymnasiala och högskola/universitet, skulle höja intresset för både produktion och underhåll vilket alltid är positivt för svensk industri. Nya angreppssätt och synsätt skulle även kunna komma in i industrin från duktiga studenter. Fråga 11 indikerar flera områden som industrin skulle vilja se mer utveckling på inom den tillståndsbaserade underhållet, ett tips till företagen är att ta kontakt med närmsta gymnasieskola/högskola och lägga upp en del projekt/exjobb, man vet aldrig vart det kan leda.

Referenser

Cooke, R. and Paulsen, J., Concepts for measuring maintenance performance and methods for analysing competing failure modes, "Reliability Engineering and System Safety", Vol. 5, Issue 2, pp. 135-141, 1997.

Swedish Standards Institute, "Underhåll - Terminologi", SS-EN 13305, 2001.

Bell, J. (1995). "Introduktion till forskningsmetodik". Studentlitteratur, Lund, ISBN 91-44-37022-9.
http://europa.eu.int/comm/enterprise/enterprise_policy/sme_definition/index_en.htm, (2003-11-04).

Bilaga

Enkäten

Snabbenkät: Tillståndsbaserat underhåll

Dina svar kommer att behandlas konfidentiellt och kommer endast att redovisas som en sammanställning av alla enkätsvar där det inte kommer att framgå vilka svar Du/Ditt företag har avlagt (om nödvändigt uppskatta värdena). För att kunna få återkoppling på sammanställningen (samt analys) ber jag Dig dock att fylla i sidan "Företags- och kontaktuppgifter".

1. Inom vilken bransch/industri finns Ditt företag? _____

2. Hur många anställda har Ditt företag? 1-9 ? 10-49 ? 50-249 ? 250- ?

3. Hur många anställda finns på underhållsavdelningen på Ditt företag? _____

4. Hur stor andel (%) av Ditt företags underhåll bedrivs med avhjälpande respektive förebyggande underhåll?

	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
<u>Avhjälpande</u>	100%	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/70	20/80	10/90	100%
											<u>Förebyggande</u>

5. Uppskatta hur stor andel (%) av Ditt företags underhåll som kommer att bedrivas med avhjälpande respektive förebyggande underhåll om 2 år?

	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
<u>Avhjälpande</u>	100%	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/70	20/80	10/90	100%
											<u>Förebyggande</u>

6. Hur stor andel (%) av Ditt företags förebyggande underhåll bedrivs med förutbestämt (fasta intervaller) respektive med tillståndsbaserat underhåll (dynamiska intervaller)?

	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
<u>Förutbestämt</u>	100%	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/70	20/80	10/90	100%
											<u>Tillståndsbaserat</u>

7. Uppskatta hur stor andel (%) av Ditt företags förebyggande underhåll som kommer att bedrivas med förutbestämt respektive tillståndsbaserat underhåll om 2 år?

	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
<u>Förutbestämt</u>	100%	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50	40/60	30/70	20/80	10/90	100%
											<u>Tillståndsbaserat</u>

8. I vilken utsträckning används tillståndskontroller/tillståndsövervakning på Ditt företag (om Du kryssar 1 kan Du gå vidare till påstående 10)?

	1	2	3	4	5	
	?	?	?	?	?	
	Inte alls			På alla enheter		Vet ej ?

9. Hur hög är graden av automatisering av tillståndskontrollerna/tillståndsövervakningen (Du behöver inte svara om Du kryssat 1 på föregående påstående)?

	1	2	3	4	5	
	?	?	?	?	?	
	Manuell	Fullständigt automatiserad			Vet ej ?	

10. Investeras det i forskning och utveckling inom underhållsavdelningen/eftermarknadsavdelning på Ditt företag (examensarbeten och andra skolprojekt inräknat)?

	1	2	3	4	5	
	?	?	?	?	?	
	Ingenting alls	I hög utsträckning			Vet ej ?	

11. Vad anser Du att framtida forskning inom tillståndsbaserat underhåll bör fokusera på?

Tack så mycket för Din tid!

Företags- och kontaktuppgifter

Ifylls om Du önskar få återkoppling av sammanställning samt analys.

Företagsnamn: _____

Kontaktperson: _____

Adress: _____

E-post: _____

Telefonnummer: _____