

RAPPORT

Göran Karlsson, Nils Lundborg, Alfred Prasal

Driftsäkerhet och underhåll i sågverk

Trätec

Göran Karlsson, Nils Lundborg, Alfred Prasal

DRIFTSÄKERHET OCH UNDERHÅLL I SÅGVERK

kopplat till

verkningsgrad, tillgänglighet och effektivitet

Trätek, Rapport P 9211081

ISSN 1102 - 1071

ISRN TRÄTEK - R -- 92/081 -- SE

Nyckelord

*efficiency
maintenance
process control
production management
quality control
sawmilling
sawmills*

Stockholm oktober 1992

Rapporter från Träteknisk Institutet — Institutet för träteknisk forskning — är kompletta sammanställningar av forskningsresultat eller översikter, utvecklingar och studier. Publicerade rapporter betecknas med I eller P och numreras tillsammans med alla utgåvor från Träteknisk Institutet i löpande följd.

Citat tillåtes om källan anges.

Reports issued by the Swedish Institute for Wood Technology Research comprise complete accounts for research results, or summaries, surveys and studies. Published reports bear the designation I or P and are numbered in consecutive order together with all the other publications from the Institute.

Extracts from the text may be reproduced provided the source is acknowledged.

Träteknisk Institutet — Institutet för träteknisk forskning — betjänar de fem industrigrenarna sågverk, trämanufaktur (snickeri-, trähus-, möbel- och övrig träförädlingsindustri), träfiberskivor, spånskivor och plywood. Ett avtal om forskning och utveckling mellan industrin och Nutek utgör grunden för verksamheten som utförs med egna, samverkande och externa resurser. Träteknisk Institutet har forskningsenheter i Stockholm, Jönköping och Skellefteå.

The Swedish Institute for Wood Technology Research serves the five branches of the industry: sawmills, manufacturing (joinery, wooden houses, furniture and other woodworking plants), fibre board, particle board and plywood. A research and development agreement between the industry and the Swedish National Board for Industrial and Technical Development forms the basis for the Institute's activities. The Institute utilises its own resources as well as those of its collaborators and other outside bodies. Our research units are located in Stockholm, Jönköping and Skellefteå.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
1. SAMMANFATTNING	3
2. FÖRORD	5
3. INLEDNING	6
4. BESKRIVNING AV OLIKA (MÄT)SYSTEM FÖR STOPPTIDS- REGISTERING	13
4.1 Några system på marknaden	14
4.2 Kommentarer	16
5. OLIKA SÄTT ATT MÄTA OCH ANALYSERA STOPPTIDER VID DE STUDERADE SÅGVERKEN	17
6. STOPPORSAKERNAS FÖRDELNING ÖVER SÅGLINJEN	18
7. FAKTORER SOM PÅVERKAR EFFEKTIVITETEN	21
7.1 Produktionslinjens layout	24
7.2 Buffert- och mellanlager	25
7.3 Råvara och årstid	25
7.4 Anläggningens ålder och tekniska nivå	26
7.5 Produktionsplanering	27
7.6 Arbetsorganisation och -motivation	27
7.7 Underhåll	28
8. KALKYLEXEMPEL – HUR TILLGÄNGLIGHETEN PÅVERKAR EKONOMIN I STORT	28
9. PRODUKTIVT UNDERHÅLL	34
9.1 Inledning	34
9.2 Avhjälpande, förebyggande och förbättrande underhåll	37
9.3 En kritisk period	45
9.4 Övergång till förebyggande underhåll i praktiken	46
9.5 Sammanfattning	50
9.6 Underhålllets organisation	51

10. UPPHANDLING MED HÄNSYN TILL UNDERHÅLL	58
10.1 Reparera gammalt eller köpa nytt?	58
10.2 Kravspecifikationer, checklistor, budget	59
10.3 Livstidskostnad	62
10.4 Projektering	65
10.5 Delsystem. Driftserfarenheter	67
10.6 Montering och idrifttagande. Leveransprov	73
10.7 Utbildning	75
10.8 Eftermarknad – Vidmakthållande av kapaciteten	77
10.9 Drift – Underhåll – Produktutveckling	79
11. REFERENSER	81
Bilaga. Nomenklatur	

1. SAMMANFATTNING

Sågverken har utvecklats från att ha bedrivit en nästan säsongsbetonad verksamhet med enbart mekanisk och elektrisk utrustning, till en processliknande industri med en mycket diversifierad utrustning. Allt fler sågverk arbetar nu i tvåskift och man har idag en rad olika hjälpsystem i form av tryckluft (pneumatik), hydraulik, elektronik etc.

Eftersom många sågverk finns på mindre orter i glesbygd har man av tradition också i hög grad klarat sitt underhåll själv. Mot bakgrund av sågverkens storlek blir underhållsavdelningarna jämförelsevis små, omkring fem à tio personer och naturligt nog lokalt rekryterade. Underhållspersonalen eller reparatörerna har varit vana att låta en ofta begränsad utbildning kompenseras av god kunskap om den egna anläggningen, improvisationsförmåga och intresse för arbetet.

Med detta kan man komma långt, så länge som anläggningens komplexitet hålls inom vissa gränser, driften övervägande går i enskift och kravet på tillgänglighet inte är överdrivet högt. Ökade produktivetskrav medför större maskiner med högre kapacitet och jämförelsevis färre operatörer. Det investerade kapitalet per arbetsplats ökar och därmed de finansiella kostnaderna. Detta ökar i sin tur kravet på "flyt" i produktionen, med minskade stockluckor etc samt ökad tillgänglighet hos anläggningen.

Samtidigt har branschen under en längre tid, med undantag för kortare uppgångar, kämpat med svag lönsamhet. När då allt fler företagsledningar inser att utrustningen vid enskiftsdrift endast kan förväntas gå cirka 20 procent av under året tillgänglig tid, ökar motiven för en övergång till två- eller treskift. Därtill kommer att tillgängligheten för närvarande i genomsnitt torde ligga mellan 70 och 80 procent, d v s i sämsta fall producerar en anläggning under 15 procent av årets timmar. Kreditgivarna däremot kräver kontinuerligt ränta på utlånat kapital. En ränta som på sistone har stigit kraftigt.

Detta sammantaget leder till att underhållsfrågorna rycker i förgrunden. Det traditionella sättet att driva underhållet kommer inte att räcka till längre. Samtidigt blir det en grannliga uppgift, att med bibehållen motivation hos underhållsfolket, lotsa in dess arbete på nya spår där rutiner, kontroller och planering kommer att bli nyckelord. Det som för dem personligen står att vinna är bättre överblick av arbetet bl a mindre av akut arbete på kvällar och helger. Omställningen kommer för övrigt att involvera inte bara underhållspersonal, utan samtliga medarbetare och även företagsledningen. Den är också nära förknippad med och tar stöd i det certifieringsarbete som blir mer och mer aktuellt genom kvalitetsstandarden ISO 9000.

Vi har i den här studien försökt att lyfta fram några av de aspekter, som bör tas med när man börjar skärskåda underhållets roll inom sågverken.

Förhoppningen är att den skall kunna bilda underlag för en dialog, både inom företagen och dem emellan. All insikt bygger på att vi börjar kommunicera kring det aktuella ämnet. För att kunna göra detta behöver vi gemensamma ord och begrepp. Därför har vi också ägnat nomenklaturen ett antal sidor, vilka har förlagts till en särskild bilaga.

Därtill behöver vi fakta i tekniska och ekonomiska termer. Fakta som bygger på mätresultat i någon form. Detta leder oss över till stopptidsregistreringar och analyser samt även enkla ekonomiska beräkningar kring underhållsinsatser. Konstruerade kalkylexempel kan lätt kritiseras för att de generaliserar och inte får med verklighetens alla nyanser. Men ibland kan de fungera som ett slags "ögonöppnare" inför möjligheter som är värda att studera närmare. Vi tar därför här med ett av de exempel som återfinns i rapporten.

Antag att ett sågverk som producerar 60 000 m³/år, har en tillgänglighet på såglinjen på 74 procent. En deltalanalys av stopptiderna visar att de flesta störningarna inträffar vid barkmaskinen. Denna har över 15 år på nacken och man beslutar att byta ut den. Efter en inkömsperiod ökar sedan tillgängligheten till 78 procent, vilket kan hänföras till minskade stopp vid barkmaskinen. Enligt i rapporten redovisade kalkyler har täckningsbidraget då förbättrats med 2,75 Mkr per år. Antag vidare att barkmaskinen installerad kostar 0,9 Mkr. En enkel beräkning visar att man får igen den investeringen på

$$\frac{0,9}{2,75} \text{ år eller cirka 4 månader.}$$

I den högre skolan återfinns kalkyler av livstidskostnader och dito intäkter. Detta kan vi endast snudda vid här. Förhållandevis utförligt försöker vi ändå behandla hur man kan ta hänsyn till underhållsfrågorna redan vid upphandling av ny utrustning.

En övergång från akut avhjälpande underhåll till ett mera planerat och förebyggande underhåll, leder för företag med en viss storlek fram till behovet av ett underhållssystem (MMS) i någon form. Vi tror att den storleksgränsen för sågverk ligger någonstans kring 60.000 m³ sågad vara per år. Övergång till tvåskift och införande av MMS är troligen nära kopplade till varandra utan att behöva sammanfalla i tiden. Mycket, för att inte säga allt, beror också på de enskilda individernas inställning till ett sådant hjälpmedel.

Vi tror emellertid att det är något som i allt högre grad kommer att bli en följd av den insikt som vi räknar med att dialogerna kring den här studien skall leda till. Träteknik arbetar därför i andra sammanhang med att lansera ett branschgemensamt sådant system för sågverken.

Sammanfattningsvis har vi funnit flera områden som är värda att studera vidare. De av dessa som vi särskilt vill lyfta fram är:

- en harmonisering av sättet att mäta stopptider för att bli möjliggöra framtagning av nyckeltal inom branschen;
- "inköparstöd" vid upphandling av maskinutrustning i form av bli rekommendationer och checklistor för kravspecifikationer;
- en handledning i att göra förenklade LCP-analyser;

- upphandling och utformning av utbildningen för både operatörer och underhållspersonal i samband med nyanskaffning av produktionsutrustning;
- ansvarsfördelningen mellan leverantör och köpare vid upphandling och idrifttagande av (påtagligt innovativa) prototyper av maskiner.

2. FÖRORD

Under en följd av år har den produktionstekniska utvecklingen inom svensk sågverksindustri främst varit inriktad på att höja det volymmässiga utbytet. Detta har främst varit betingat av de höga råvarukostnaderna och att ingående faktorer har varit förhållandevis lätta att mäta och påverka. I takt med att man på denna punkt har närmat sig ett optimum har intresset för det kvalitets- och värdemässiga utbytet ryckt i förgrunden.

Bättre kontakt med råvaruleverantören å ena sidan och med slutanvändaren av den färdiga varan å den andra sidan, underlättar nu fortsatt utveckling inom det området. Träteknik håller för närvarande på med att studera dessa samband i ett stort upplagt projekt. Införandet av den nya standarden ISO 9000 angående kvalitetssäkring kommer också att bana väg för detta arbete.

Det är emellertid vår uppfattning att utvecklingen vad avser det tidsmässiga utbytet för produktionsanläggningen inte har visats samma intresse. När den operativa prestationen skall ökas - d v s när man vill få ut mer kapacitet av anläggningen - brukar man i första hand diskutera hur den tekniska prestationen skall ökas. Med andra ord brukar man vara mer intresserad av hur många bitar per minut som anläggningen klarar av när den går, än hur många minuter per dag, som den verkligen fungerar, d v s driftsäkerhetsprestationen.

För detta begrepp används en rad termer med något varierande innebörd. Man talar t ex om verkningsgrad, produktivitet, effektivitet eller tillgänglighet. Eftersom bruket av dessa och andra uttryck är något vacklande, har vi tagit upp nomenklaturen i ett särskilt avsnitt vilket placerats som en bilaga till själva rapporten.

Föreliggande studie avser att vara en introduktion till området driftsäkerhet i sågverk. Den har anknytning dels till produktionsplanering och arbetsorganisation, dels till underhåll och underhållsplanering. Dessa senare områden utvecklas närmare i kapitel 9 och 10.

Vidare presenterar vi i kapitel 4 kortfattat några av de system för registrering och analys av stopptider, som nu finns på marknaden.

Kapitel 5 och 6 ägnas också åt stopptider: olika sätt att mäta och analysera dem samt deras fördelning över såglinjen.

Med ledning av det i och för sig begränsade underlaget diskuterar vi sedan i kapitel 7

olika faktorer, som har betydelse för det tidsmässiga utbytet av produktionen samt försöker genom några räkneexempel i kapitel 8 visa hur ekonomin (rörelseresultatet) påverkas av ett varierande sådant utbyte.

Denna rapport är en sammanställning av resultaten från flera olika närliggande projekt inom Trätec. Dels ett via ramprogrammet finansierat projekt "Verkningsgrad i sågverk", dels ett uppdrag som vi fått från Stiftelsen Svenskt Underhållstekniskt Centrum, UTC, vilket består i en (för)studie kring ämnet "Driftsäkerhet inom sågverksindustrin". Dessa projekt baseras främst på besök och intervjuer vid ett antal sågverk. Slutligen ingår material från de "Underhållsgrupper" för sågverk, som Trätec tog initiativ till och drivit under 1991 och 1992.

Elias ben Salem vid UTC och prof. em Hans Ahlmann vid Institutionen för Industriell Ekonomi, LTH, har varit till god hjälp genom att granska och kommentera manuskriptet.

Figureerna bygger till en del på underlag, som den senare välvilligt ställt till förfogande. Illustrationerna i nomenklaturbilagan är utförda av Gunnar Kaj, Stockholm.

Till dem och alla övriga som varit oss behjälpliga vid framtagningen av underlaget till denna studie och speciellt personalen vid de medverkande sågverken, vill vi rikta vårt varma tack.

3. INLEDNING

Underhålls- och driftsäkerhetsfrågor får allt större betydelse i näringsliv och samhälle. Studierna bakom den här skriften har i hög grad fokuserats på driftsäkerhet eller tillgänglighet hos sågverkens produktionsanläggningar och framställningen har sin tyngdpunkt inom området "underhåll av produktionsanläggningen". Vi vill emellertid inledningsvis sätta in begreppet underhåll i ett vidare sammanhang. Detta kan göras efter flera olika modeller. Dessa utgår bl a från följande förhållanden. Kapitalrationalisering eller som man numera säger, materialadministration, blir ett allt vanligare begrepp och mellanlagren försvinner. Sågverkens produktion har blivit mer processbetonad och därigenom även mer störningskänslig. Man tvingas ta hänsyn till allt fler faktorer eftersom driftstopp leder till både direkta underhållskostnader och uteblivna intäkter.

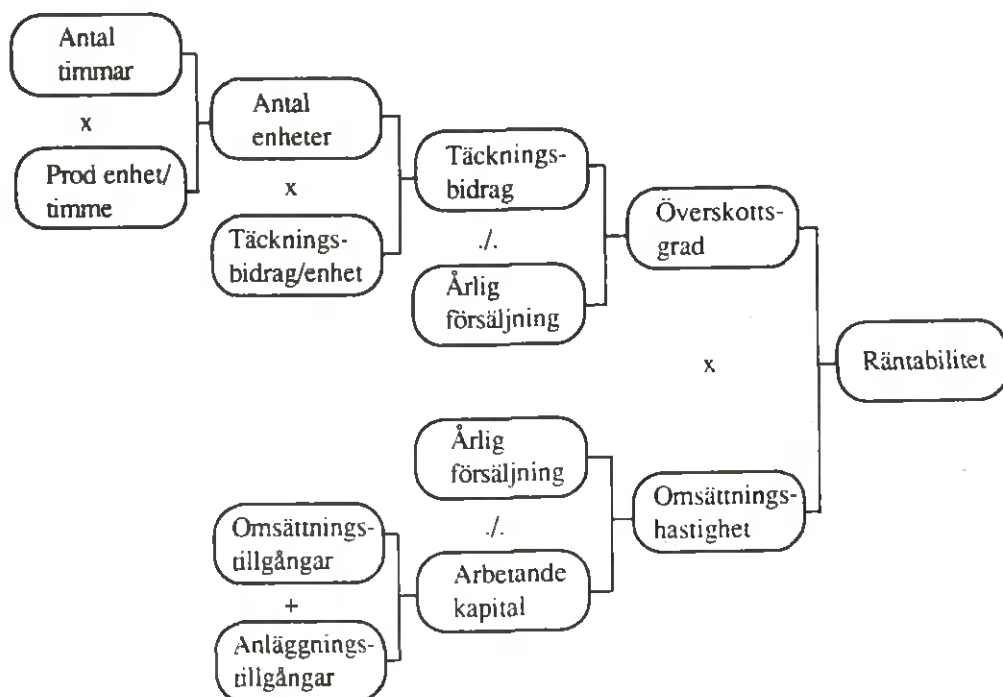
Effektiviteten i underhållsprocessen kan definieras som produkten av anläggningens Tillgänglighet (möjlig tid för produktion), dess tekniska förmåga eller Anläggningskapaciteten samt Kvaliteten hos de tillverkade produkterna.

För att nå en hög effektivitet krävs en balans mellan ovanstående faktorer. Tyvärr lägger man vid projekteringen av en ny linje en alltför ensidig betoning på tekniska prestanda. Det gäller då i första hand att visa att den tekniska lösningen är möjlig. "Underhållsfrågorna tar vi hand om när vi dragit igång anläggningen". Denna inställning vid anskaffningen att "vi skall spara, kosta vad det kosta vill" leder mycket ofta till att ingående komponenter i anläggningen blir av undermålig kvalitet. Det blir svårt att stadigvarande

hålla anläggningen igång.

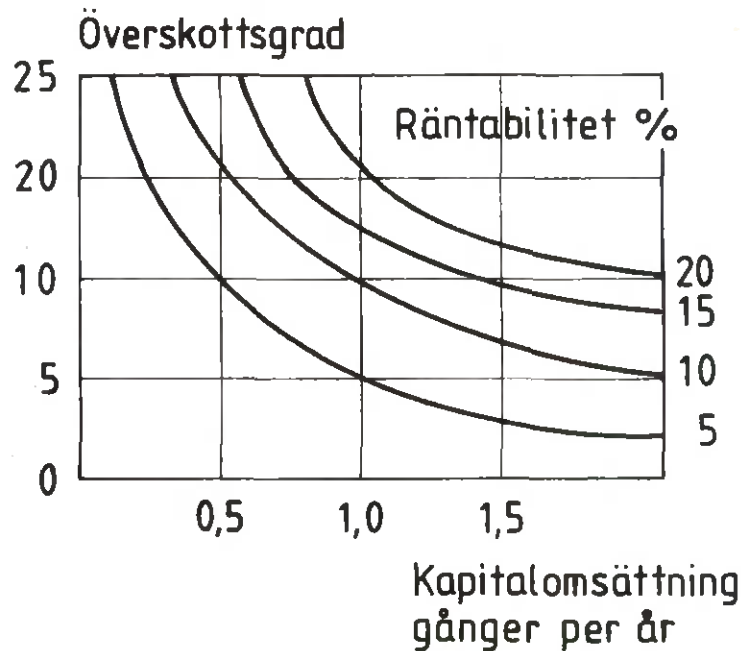
Försvaret, SJ, Vattenfall, Televerket, Volvo, Saab-Scania, Stora m fl större företag och myndigheter har uppmärksammat detta. Hjälpmedel för bedömning av investeringar i ett livstidsperspektiv har utvecklats, där intresset har varit att uppskatta alla kostnader, d v s att utöver anskaffningskostnader även ta med samtliga drift-, underhålls-, och skrotningskostnader. Detta kunnande har ännu inte trängt ner till små och medelstora företag. Metoderna är idag inte heller anpassade till dessa företags förutsättningar.

En möjlig väg att öka förståelsen för detta synsätt är att sätta räntabiliteten i focus, d v s förhållandet mellan det genererade överskottet och det arbetande kapitalet. Dessa faktorer är i sin tur sammansatta dels av antalet producerade enheter per år och erhållet pris per enhet samt värdet på anläggnings- och omsättningstillgångarna. Nedanstående Du Pont-diagram är ett sätt att visa dessa samband. Om vi kan öka tillgängligheten hos produktionsanläggningen, kan vi också öka produktionen och därmed även det genererade överskottet. Det visar sig även att en väl fungerande produktionsutrustning också medför en högre kvalitet på produkterna. Vi slipper onödiga urlägg eller utskott i produktionen och kan eventuellt också få ett högre genomsnittspris för varan. En väl fungerande produktion ger också en bättre leveranssäkerhet, vilket på sikt kan ge högre värde på produkten och därmed ett bättre pris.



Figur 1. Räntabiliteten härledd ur produktivitet, försäljning och det arbetande kapitalet. De matematiska tecknen under respektive ruta eller "box" anger hur faktorn i denna skall kombineras med faktorn närmast under, för att erhålla (del-)resultatet närmast till höger om de båda.

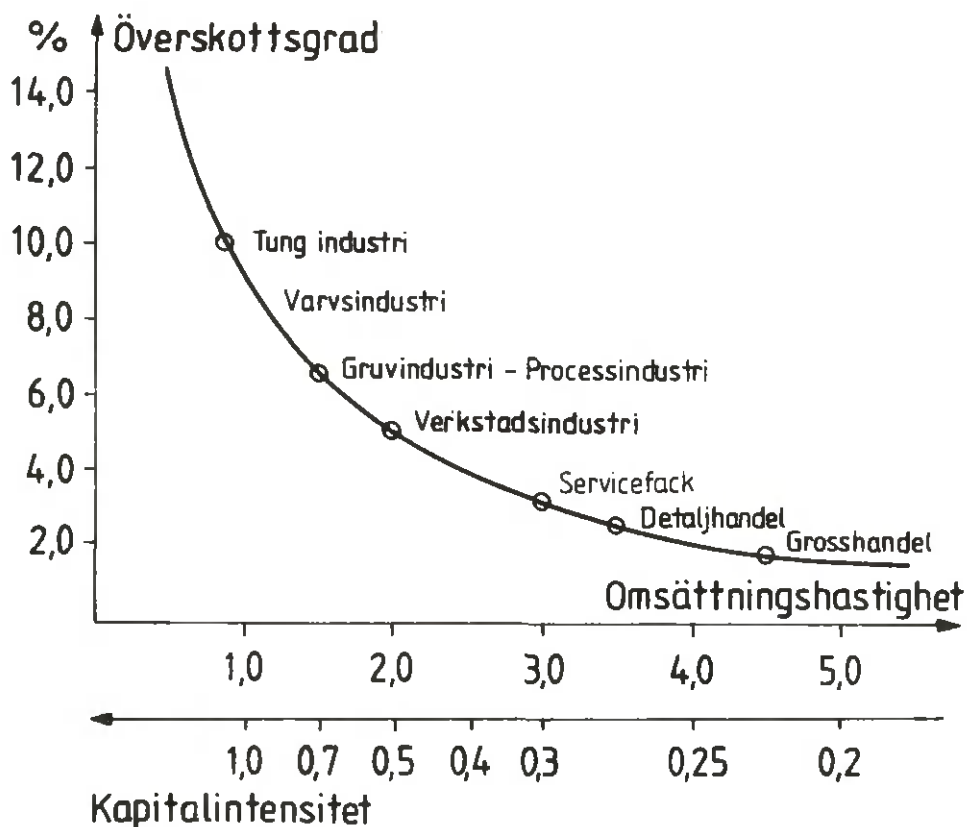
Räntabiliteten är således beroende av den takt med vilken kapitalet omsätts under året, d v s kvoten mellan årsomsättningen och det insatta eller arbetande kapitalet. För att förbättra räntabiliteten kan vi därför antingen förbättra vinstmarginalen eller, vid en given årsomsättning, minska sysselsatt kapital, d v s höja omsättningshastigheten. En kombination av båda dessa åtgärder ger bästa effekt. Sambandet framgår närmare av vidstående figur.



Figur 2. Räntabiliteten beror dels av överskottsgraden, dels av kapitalets omsättningshastighet.

Det arbetande kapitalet dividerat med antalet kapitalomsättningar per år, ger ett mått på vad man kallar kapitalintensiteten. Denna varierar strukturellt mellan olika branscher. Det krävs mycket mer kapital att starta en tung industri än att öppna t ex ett konsultföretag.

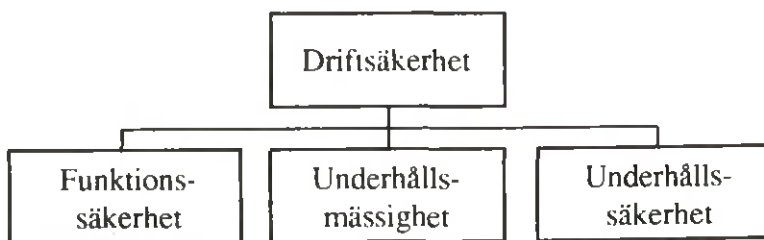
Vid ett givet krav på räntabiliteten erhålles via ovanstående samband ett visst förhållande mellan genererat överskott (överskottsgrad) och omsättningshastigheten på kapitalet. Denna hastighet är vanligen lägre i kapitalintensiv (tung) industri än inom service och handel. Dessa senare branscher kan således nöja sig med lägre marginaler, förutsatt att kapitalet omsätts snabbt nog. Man får en kurva ungefär enligt följande.



Figur 3. Förhållandet mellan omsättningshastigheten hos det arbetande kapitalet och erforderlig överskottsgrad vid ett givet krav på räntabiliteten (här lika med 10 procent).

Ju högre kapitalintensitet, d v s ju längre åt vänster man befinner sig i diagrammet, desto känsligare är verksamheten normalt för driftstörningar och desto mer beroende av en strategi för anskaffning och underhåll av produktionsanläggningen som tar hänsyn till driftsäkerheten.

Begreppet driftsäkerhet behandlas mera ingående i bilagan med definitioner. Här skall vi endast peka på den modell för driftsäkerheten som är vanligast förekommande i resone-mang kring underhållet. Denna ger oss tre möjligheter att påverka (förbättra) driftsäkerheten.



Figur 4. Vanligen ser man driftsäkerhetsbegreppet som sammansatt av tre olika delar enligt ovan.

Ett sätt är att förbättra funktionssäkerheten, d v s se till att avbrotten blir så få som möjligt. En mycket viktig faktor är ingående komponenters kvalitet. Man kan bli tvungen att på kritiska ställen dubblera funktionerna för att vara tillräckligt säkert på att inte få oplanerade stopp.

Ett annat sätt är att förbättra underhållsmässigheten, d v s se till att man lätt, rätt och snabbt hittar uppkomna fel samt att de med enkla medel kan repareras med ett minimum av kunskap eller utbildning. Idag skall underhållsansvariga i sågverken greppa över ett mycket brett teknikområde, från modern elektroteknik och hydraulik till grov tung mekanik. Med den begränsade personalstyrka som man har till sitt förfogande, blir det svårt att hålla kompetensen uppe på så omfattande områden.

Om vi slutligen inte kan påverka konstruktionens utformning, återstår bara underhållssäkerheten. D v s att se till att det finns resurser i form av personal, instruktioner, verktyg och lokaler för att ta hand om utrustningen när något händer.

Vi har ovan visat att en mindre storlek på det arbetande kapitalet ger en större räntabilitet. Är efterfrågad tillgänglighet konstant hög, behöver man inte investera i sådant som extra produktionsresurser eller mellanlager. En riktigt genomförd materialadministration ställer krav på att material levereras i rätt tid. Man utnyttjar ofta transporter som mellanlager. Produktionen blir mer och mer kundorderstyrd, genom att avtalat leveransdatum blir slutpunkt i en allt mer komprimerad produktionskedja.

Ett sätt att närmare studera sambanden mellan underhållet och det ekonomiska utfallet är enligt nedanstående modell. Den hade sin upprinnelse i USA för mer än trettio år sedan, men togs därefter med större framgång över av japanerna och vidareutvecklades där under 1970- och 80-talen. Man kallar den där för "totalt produktivt underhåll" på svenska förkortat TPU, eller på engelska TPM. /4/

Det synsätt som där förs fram har sedan flera år i sina huvuddrag tillämpats i Sverige av våra större verkstadsföretag, som t ex Volvo /7/. Utbildare och konsulter inom området underhåll har också försökt att introducera begreppet i vidare kretsar. Men det är först på senare tid som det har börjat få en mer allmän spridning. Bidragande orsaker till detta har varit de arbeten med bl a kapitalrationalisering eller materialadministration samt kvalitetsstyrning, alternativt en minskning (halvering) av ledtiderna i projekt typ T50, som nu också börjar tillämpas mer konsekvent /8/, /9/, /10/, /11/.

Alla dessa begrepp – TPU, T50, materialadministration och kvalitetsstyrning – tar i sammanhanget upp delvis överlappande aspekter, även om det sker från något olika utgångspunkter. Men syftet är detsamma: att höja verksamhetens eller företagets ekonomiska effektivitet.

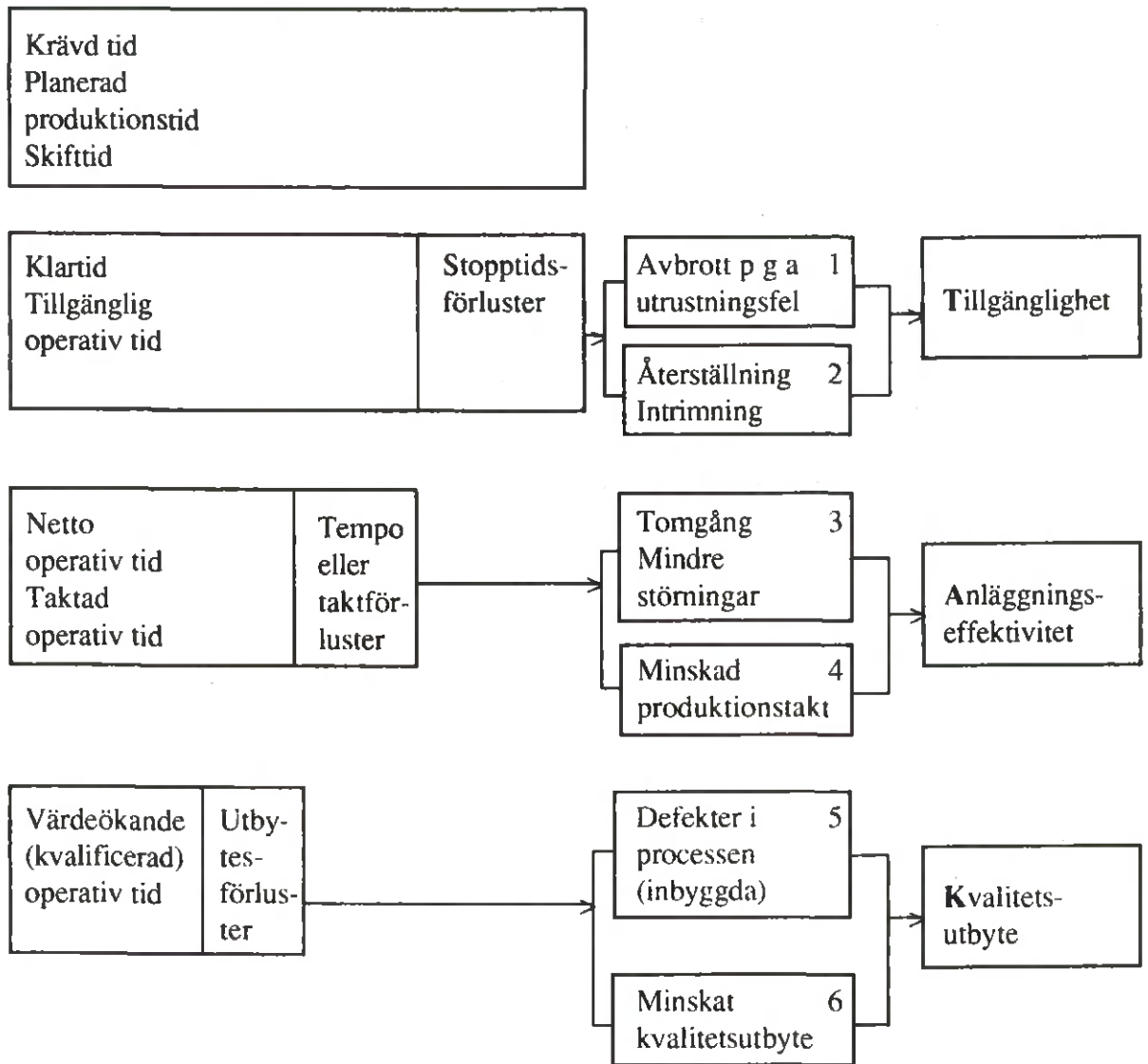
Man pekar inom TPU på sex stora förluskällor för denna effektivitet, vilka metodiskt kan och skall angripas. Detta bör ske genom att företagets samtliga medarbetare och framför allt dess ledning engageras i den kampen. En kamp som inledningsvis måste fortgå i två à tre år innan man kan säga att "slaget är vunnet" och det nya synsättet har

satt sig i organisationen. En i sammanhanget bärande princip är t ex att operatörerna engageras i det grundläggande underhållet på egen utrustning.

Dessa sex förluskällor kan indelas i tre huvudgrupper med två i varje enligt följande.

- A. Tidsförluster** som minskar tillgängligheten hos utrustningen. De beror på:
1. Fel på maskiner och utrustning som förorsakar eller leder till längre stopp vilka kräver eller kopplas till avhjälpande underhåll.
 2. Justeringar (intrimning) vid omläggning av produktionen samt t ex vid bladbyten och vissa ompostningar.
- B. Tempo- eller Taktförluster** som antingen inverkar på tillgängligheten eller också på (den utnyttjade) kapaciteten:
3. Tomgångskörning och mindre störningar eller kortare stopp, som t ex obelagda medbringare och längre stockluckor – eller dubbelmatning av stockar som därmed ”stockar sig”.
 4. Minskad eller lägre produktionstakt t ex för att förhindra urslag, därför att verktygen har fel utformning eller för att i sammanhanget fel råvara används.
- C. Defekter** som ger brister i kvalitetsutbytet.
5. Inbyggda ”kroniska” defekter i processen, p g a otillräcklig maskinduglighet eller kapabilitet, exempelvis dåligt inriktad såglinje.
 6. Minskat utbyte efter sortbyte eller motsvarande omläggning, innan stabil produktion har uppnåtts, t ex avvikande mått vid sågning eller torksprickor vid byte av torkprogram.

Sambandet mellan de sex felkällorna kan schematiskt åskådliggöras i nedanstående figur. Eftersom nomenklaturen, som nämnts inte är stabil, har i flera fall alternativa uttryck angivits. Vi sätter anläggningseffektivitet lika med kapacitetsutnyttjande. Efter de fetstilade begynnelsebokstäverna nedan, kallas denna modell ofta TAK-modellen. Den totala effektiviteten hos utrustningen uttrycks med detta synsätt som produkten av de faktorer som står längs till höger. Detta är samma (matematiska) samband som vi ställde upp i början av detta kapitel.



Figur 5. De sex underhållsberoende förluskällorna för en produktionsanläggning enligt TPU eller TAK-modellen.

Vi kommer i den här skriften endast att närmare beröra ett par av dessa felkällor och därvid att mera utförligt uppehålla oss vid den första av de sex. Det finns emellertid orsak att i kommande projekt och rapporter ta med mer av den helhetssyn som bl a TPU för fram.

4. BESKRIVNING AV OLIKA (MÄT)SYSTEM FÖR STOPPTIDSREGISTRERING

För varje såg(verks)linje finns normalt en processtyrning vilken övervakar transportörer, in- och utmatningsanordningar, ompostningar av sågar etc. Denna processtyrning kan även fås att automatiskt registrera och lagra uppkomna stopptider. Det datamaterial som på detta sätt skapas, kan analyseras på olika sätt, vilket beskrivs närmare i kapitel 4.

I allmänhet utförs stopptidsregistreringen så att linjen, efter ett stopp som överskrider en fastställd minimigräns, manuellt måste startas på nytt genom att ange en felorsak: "att kvittera stoppet".

Ett annat sätt att registrera stopptider är att förse viss (studerad) maskinutrustning med en separat registreringsenhet, en sk maskinterminal. Sådana används också ofta för att göra en ren produktionsekonomisk uppföljning av t ex en viss order.

De processdatorer som man idag använder har en svarstid på 10 ms (millisekunder). Det motsvarar, med en hastighet på transportbanan av 60 m/min, en vägsträcka på 1 cm. Eftersom en sådan hastighet inte är onormalt hög och med hänsyn till erforderliga marginaler, medger kapaciteten hos processdatorn inte att den samtidigt analyserar produktionsförloppet genom att bearbeta stopptidsdata etc. Den är anpassad för att styra det och har fullt upp med att göra detta. Vidare går utvecklingen inom styr- och reglertekniken mot allt mindre men "intelligentare" enheter, som man försöker placera så nära den styrda utrustningen som möjligt. Jämför den sk noddatorn i det projekt om styrning av hydraulikutrustning, som Träteknik arbetat med /1/ /2/ /3/.

Detta innebär att uppgifterna att analysera produktionsförloppet normalt tilldelas en annan dator, en analysdator. I det enklaste fallet kan en modern PC användas som sådan. Den maskin- och programvara, som finns inom PC-området, räcker väl till för de analyser som det kan bli tal om för sågverkens del.

Dessa analyser kan sägas vara av två slag: tekniska och ekonomiska. Hittills har man mest arbetat med att länka ihop det förra slaget med styr- och reglersystemet, men intresset för att få med feedback av ekonomiska data blir nu allt mer påtagligt. Detta kommer att öka i samma mån, som sågverken lämnar bulkvaruproduktionen och går in för kundorderstyrda separatleveranser med korta leveranstider.

Frågan uppstår då hur man lämpligen skall koppla ihop process- och analysdator. Det finns från början av 1980-talet, enstaka exempel på rent manuella förfaranden, vilka då var de enda möjliga. Detta innebär emellertid en massa merarbete, som med dagens teknik kan undvikas. Idag strävar man efter att överföra sk rådata från processdatorn, vilka sedan inom mycket vida gränser kan kombineras och bearbetas i analysdatorn. Man kan säga att möjlighet för en sådan överföring föreligger t ex med REMA-anläggningar byggda 1985 och senare. En sådan automatisk överföring ger i sig hög säkerhet (d v s noggrannhet vid själva överföringen), men den utgör ingen garanti för att felaktigt genererade värden inte förs vidare. En manuell rimlighetskontroll bör därför på något sätt ingå i överföringen.

Exakt hur en sådan överföring skall äga rum, måste emellertid studeras och utformas från fall till fall. Det finns nu ett stort utbud av program för den form av analyser, som vi här talar om. Dels mer eller mindre integrerat uppbyggda databasprogram som t ex Lotus, Symphony, KnowledgeMan, dels speciella program för sammanställning och analys av stopptidsdata som Eviva ProCol och LCP-Stop.

Det finns således på marknaden ett flertal olika system för att registrera och analysera stopptider. De kan vara manuella eller automatiska, men är oftast en kombination genom att tidsregistreringen är automatisk medan angivande av stoppsorsak sker manuellt. I det följande beskrivs några av dessa system närmare.

4.1 Några system på marknaden

RemaControl AB

Företaget, som numera är ett dotterföretag till Alfa Laval AB, har sedan många år tillverkat och levererat utrustningar för processtyrning i sågverk. Dessa kan på begäran kompletteras med en extra programfunktion, så att de också registrerar stopptider. Med den kan man hålla reda på upp till 16 olika stoppsorsaker. Efter varje skift görs en skriftlig sammanställning av stopptider och stoppsorsaker samt producerad volym.

Sawco System AB

Detta företag levererar en utrustning för stockinläggning och postningsstöd: SAWCO sågautomat med WOODLINE programvara. Det bygger på en noggrann uppmätning av stockens form och storlek för bästa utbyte vid sågning. Förutom driftsrapporter över intaget timmer och sågad vara med utbytesprocent, kan man erhålla driftstoppsrapporter.

Nimbus Evident AB

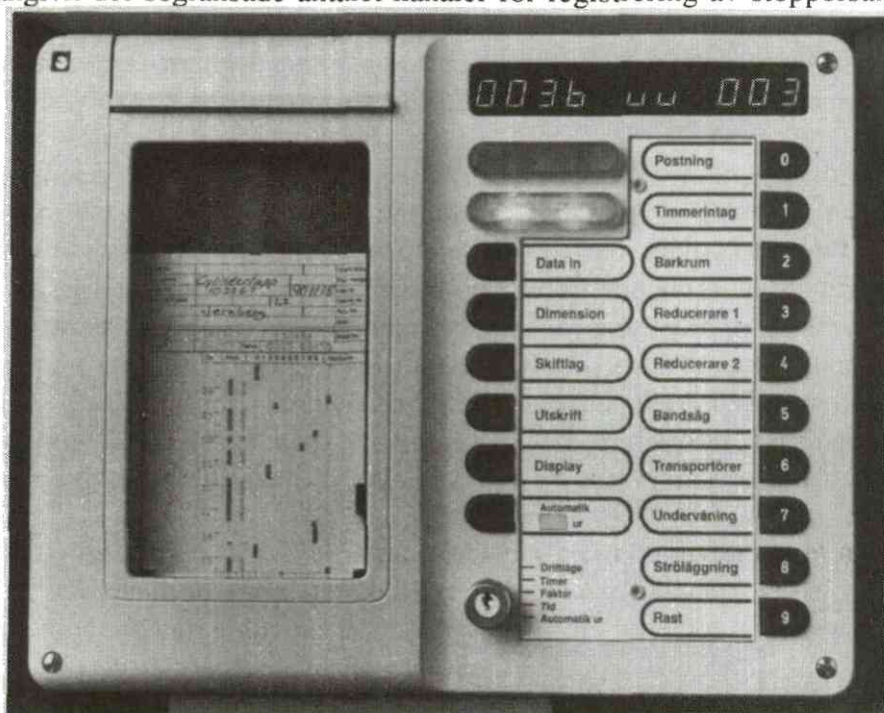
Detta företag marknadsför under namnet Eviva ProCol ett produktkontrollsystem, ursprungligen utvecklat av Evident Data i samarbete med RemaControl. Det består av en eller flera systemslingor i form av en givare – fotocell eller annan sensor – samt en mikrodator. Den senare är också operatörens terminal i systemet med vars hjälp denne rapporterar stoppsorsaker.

Systemslingorna placeras så att de övervakar just de delar av processen eller de maskiner som man har valt ut. De är sammanlänkade med en PC, som samlar in och bearbetar data från terminalerna i slingorna. Systemet har funnits på marknaden sedan 1989, men har ännu inte fått så stor spridning.

Mannesman Kienzle AB

Detta företag har bl a ett system med beteckningen "Maskinterminal 2450", populärt ofta kallat Kienzle-skrivare. Systemet som sådant har funnits länge på marknaden i olika utföranden och på sistone rönt ett ökande intresse. Det är avsett för ren stopptidsregistrering främst i samband med kapacitetsberäkningar för produktionskostnadskalkyler

Registreringen kan antingen ske helt automatiskt via inmonterade givare, eller halvmanuellt genom att en övervakare eller operatör på en knappsats anger stopporsaken. Det har tack vare sin enkelhet nått förhållandevis stor spridning. Som en nackdel har man dock ibland angivit det begränsade antalet kanaler för registrering av stopporsaker, som är tio stycken.



Figur 6. Manöverpanel till Kienzle-skrivare.

LCP AB

Företaget, ett konsultföretag inom bl a området underhåll och livstidskostnadskalkyl, har givit ut en produkt som kallas LCP-Stop. Det är en programvara som kan användas för att bearbeta och på ett grafiskt åskådligt sätt presentera stopptidsdata, som hämtats in via någon typ av givarsystem eller rapportering.

Process-el ab

Företaget har tagit fram en programvara som inom sig (samma system) möjliggör en koppling mellan produktionsplanering, maskinstyrssystem och underhåll. Den kallas Saw Manager och är uppbyggd i funktionsmoduler, varav en handhar stopptidsregistrering. En annan

modul finns för larm och händelseregistrering, vilket underlättar felsökning.

4.2 Kommentarer

Denna typ av övergripande stopptidsanalyser är nödvändiga för uppföljningen av produktiviteten, men de kan bara utgöra ett begränsat stöd för uppläggningsplaneringen av underhållet. Underhållspersonalen behöver snabb information mer i detalj om var ett fel ligger eller kan tänkas uppstå.

Samtidigt måste man vara medveten om att ju fler givare av olika slag, som byggs in i utrustningen, desto större risk för "falsklarm". De data som nu normalt kommer från en anläggning för processtyrning härleds ofta från givare (t ex fotoceller) som ändå behövs för att styra och reglera utrustningen.

Den första svårigheten med en stopptidsanalys ligger i att på ett intelligent och avslöjande sätt sammanställa och analysera de data som finns – inte i att skaffa fram ytterligare data.

Men därutöver kan man ha behov av att detaljstudera en maskin eller en maskingrupp under en viss period. Då kan det vara motiverat att tillfälligt komplettera denna med ytterligare givare för speciella ändamål.

Man säger sig emellertid idag sakna ett bra redskap (programvara) för att registrera/bearbeta data från sådana givare. Det bör vara lätt flyttbart, tåla industrimiljön och klara av fler kanaler än de tio, som den ovannämnda Kienzler-skrivaren gör.

Ett utvecklat samarbete mellan maskintillverkare och underhållsfolk, skulle möjligen också kunna leda fram till att man redan från början, på svåråtkomliga men utsatta ställen, byggde in givare som tillfälligt kunde kopplas in vid inspektion av maskinutrustningen. Någon-ting i likhet med den givarutrustning som finns för inspektion och service på vissa bilmodeller.

En övergripande analys av stopptider och stoppsaker måste för att kunna ge någon påtaglig effekt, sträcka sig över en längre tidsperiod – ett år eller mer. Analys varvas då med fastställande av orsak och efterföljande åtgärd. För att kunna ta till sig den analysteknik som erfordras, sammanställa, bearbeta och analysera data, måste någon på underhållsavdelningen ges tillräckliga resurser i form av tid och utrustning för detta.

En mer detaljerad stopptidsanalys för en viss maskingrupp bör emellertid inte sträcka sig över mer än en månad. Det blir vanligen svårt att upprätthålla operatörernas intresse för studien under en längre tid än så.

Från företagsledningens sida måste det hela bottna i en tro på att en sådan här satsning är riktig – speciellt med hänsyn till att resultatet troligen inte blir synligt genast. Ökade krav på driftsäkerhet och ett effektivare utnyttjande av såväl maskinutrustning som underhållsresurser gör emellertid satsningar av det här slaget allt mer nödvändiga.

5. OLIKA SÄTT ATT MÄTA OCH ANALYSERA STOPPTIDER VID DE STUDERADE SÅGVERKEN

I förra kapitlet beskrevs kortfattat några av de olika system som för närvarande finns på marknaden för att registrera stopptider och analysera erhållna data. Vid de studerade sågverken finns exempel på både dessa och andra system. Därtill varierar sättet att mäta stoppen även mellan de företag som har samma system för registrering av dem.

Det är framför allt längden på minsta registrerade stopp som skiljer. Den kan ligga från 20 sek upp till 5 min, men ligger normalt vid 30 sek eller 1 min. Vid ett företag har man sedan gammalt i första hand intresserat sig för stoppens frekvens och därför inte i analysen fäst så stort avseende vid deras varaktighet. Men även med detta betraktelsesätt måste man välja en minsta tid för att ett driftsavbrott skall registreras som ett stopp – i det aktuella fallet 30 sek.

Alla utom ett av verken har någon form av automatisk registrering av stoppen – medan angivande av stoppsorsak alltid ligger på operatören. Det sågverk som har manuell registrering av stopptiden, har också den längsta minimitiden, 5 min.

I ett par fall skiljer man (vid bearbetningen) mellan korta och långa stopp. Men den definition av "kort" och "lång" som man håller sig med, är olika mellan de båda verken. I det ena fallet är kort $2 < S < 15$ min medan i det andra kort är $1 < S < 5$ min och lång är $S > 5$ min.

Nedan visas en sammanställning över de olika sågverken med uppgifter om storlek, definition av minsta stopptid samt registreringssystem.

Sågverk nr	Årsproduktion m ³	Minsta stopptid respektive registreringssystem
1	50.000	Registrerar alla stopp > 2 min Korta stopp > 2 – < 15 min Långa stopp > 15 min Eviva ProCol-system
2	155.000	Registrerar alla stopp > 30 sek REMA 819 Mäter stoppfrekvens
3	56.000	Registrerar alla stopp > 5 min Mäter tiden manuellt
4	223.000	Alla stopp > 1 min Korta stopp > 1 – < 5 min Långa stopp > 5 min P-sågsystem från 1980
5	140.000	Alla stopp > 30 sek REMA, Eviva ProCol
6	80.000	Alla stopp > 30 sek Kienzle system
7	130.000	Alla stopp > 1 min Eget driftuppföljningssystem
8	40.000	Alla stopp > 20 sek Kienzle system
9	100.000	Alla stopp > 30 sek REMA system

Figur 7. Sätten att registrera och bearbeta stopptiderna varierar från sågverk till sågverk.

6. STOPPORSAKERNAS FÖRDELNING ÖVER SÅGLINJEN

I samband med besöken vid de olika sågverken, har även undersökts hur stopptiderna fördelar sig över produktionslinjen. Som nämnts ovan varierar sättet att registrera och sammanställa stopptidsdata relativt kraftigt från sågverk till sågverk. En jämförelse mellan olika företag är därför inte alltid möjlig och endast delvis meningsfull.

Ett inte ovanligt händelseförlopp är, att man inom företaget begär resurser för att reparera eller restaurera en viss svag länk i produktionskedjan för att därigenom få ned den totala stopptiden. När den förbättringen är gjord, kanske stopptiderna för anläggningen som sådan ändå inte minskar. Men man har ökat kapaciteten per driftimme (och totalt), samtidigt som man har flyttat över den "trånga sektorn" till en annan del av produktionskedjan. Genom att enbart analysera stopptiderna kan man alltså få en felaktig bild av läget. Man måste hela tiden hålla i minnet att utfallet totalt är beroende av:

antal drifttimmar per skift x antal bitar per driftimme x kostnadsbidrag per bit.

Studien har emellertid i första hand avsett att lyfta fram frågorna kring stopptidsregistrering samt verkningsgrad eller tillgänglighet som sådana. Det ankommer sedan på varje företag att finna den form för stopptidsregistrering och analys som passar bäst. Men givetvis vore det en fördel, om man inom branschen kunde enas om vissa grundläggande principer i sammanhanget. Detta är i vart fall en förutsättning för att man skall komma vidare och kunna göra ekonomiska analyser med nyckeltal inom branschen för underhållets kostnader och intäkter /9/.

För denna praktikfallsstudie har vi valt att koncentrera oss på såglinjen d v s sönderdelning och råsortering. Orsaken är givetvis att denna del av sågverkets produktionslinje är den driftstekniskt mest komplicerade och genom att man nu minskar eller tar bort mellan- eller buffertlager, också den mest processliknande.

Stopptiderna finns för flertalet av de studerade sågverken registrerade för följande enheter eller moment i såglinjen:

- timmerintag
- kantsåg (stocktagande såg)
- delningssåg (blocksåg)
- kantverk
- råsortering
- undervåning
- transportörer
- verktygsbyten
- övrigt

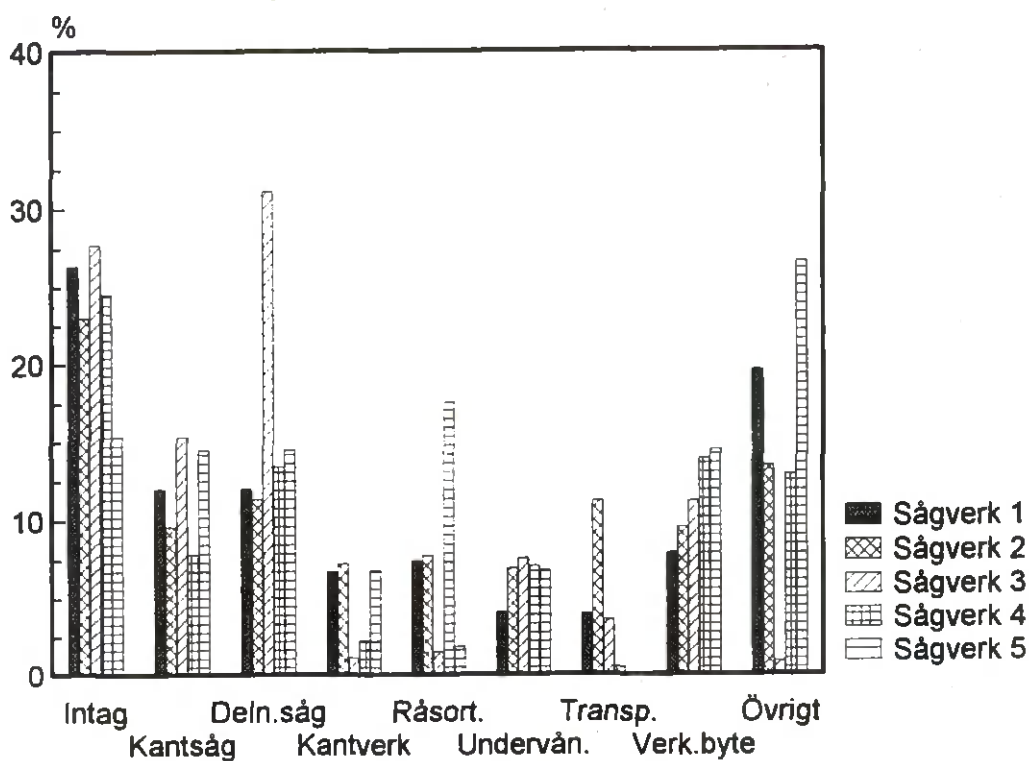
De data som erhållits, har så långt som möjligt anpassats till att gälla dessa delar för att underlätta en jämförelse mellan verken. Gränsdragningen mellan enheterna kan emellertid skilja sig åt, varför en mer ingående överföring eller jämförelse av resultaten inte är möjlig.

Genomgående och iögonenfallande är, att andelen stopptider som registreras under "övrigt" är mycket stor, i genomsnitt 17 procent. Detta är givetvis otillfredställande och kan göra det tveksamt med mera detaljerade analyser av materialet – också för det enskilda sågverket.

Bakgrunden till detta kan vara att stoppsorsaken är känd men inte "passar in" i den givna indelningen av registrerbara orsaker. När registreringen, som ofta är fallet, bygger på att operatören skall "kvittera" ett uppkommet stopp genom att ange en stoppsorsak, kan det också vara så att denne inte känner till orsaken och inte heller bemödar sig om eller är motiverad att ta reda på den. Operatörens primära – och på kort sikt inriktade – intresse, är att få linjen i drift igen. På motsvarande sätt kan en lista med för många registrerbara stoppsorsaker förleda till, att man tar till "övrigt" i stället för att leta i listan.

Situationen torde oftast ha sin uppkomst i det faktum att operatörerna sällan eller aldrig ser något konkret eller begripligt resultat av stopptidsregistreringen. De kommer därför efterhand att betrakta den – om inte som ett nödvändigt ont, det är ju enbart fråga om en knapptryckning – som en innehållslös rutin. I det fall ett sågverk börjar med kvalitetsstyrning enligt ISO 9000, blir detta en av de frågor, som man då tvingas ta tag i.

Nedan visas i en sammanställning hur registrerade stopptider fördelar sig över såglinjen vid de olika sågverken. Genom att siffermaterialet inte för alla dessa är fullt jämförbart, har vi begränsat redovisningen av vissa värden till fem av verken.



Figur 8. Stopptider vid fem sågverk, internt fördelade på olika avsnitt i produktionen.

7. FAKTORER SOM PÅVERKAR EFFEKTIVITETEN

Begreppet verkningsgrad eller effektivitet (tillgänglighet) ingår i ett större sammanhang som ett av flera skilda men näraliggande begrepp. Vi har i kapitel 3 inledningsvis försökt att definiera hur dessa hänger samman och tar i bilagan upp nomenklaturen. Om man utgår från begreppet "kvalitet" med de idag mycket omtalade och relaterade begreppen kvalitetsstyrning och kvalitetssäkring, finner man att dessa är nära förknippade med "effektivitet".

Stopptidsregistrering kan, som nämnts, på kort sikt användas för att få fram en siffra för produktiviteten för att i samband med en viss order eller maskinutrustning göra en ekonomisk kalkyl. Beroende på *hur* man mäter tiden, d v s hur stopptiden är relaterad till olika stoppsaker och skall anses ingå i den betraktade (totala) tiden, erhåller man olika slag av produktivitet. Vid leveransprov i samband med övertagande av en maskinutrustning, kan man av praktiska skäl inte mäta prestationen annat än under en kortare tid. Vidare skiljer man då på stopp som faller under maskinleverantörens ansvar och sådana som ligger under beställarens ansvar.

Sett över ett längre tidsperspektiv och när ansvaret för resultatet odelat ligger hos sågverket, talar vi hellre om "effektivitet" så som vi här definierar det. Se bilaga 1. Genom att "tillgänglighet" ingår som en faktor i den definitionen, kommer stopptiderna med i bilden.

Effektivitet = Takt x Tillgänglighet x Kvalitet.

De två begrepp i detta uttryck som är direkt förknippade med tiden, är "Takt" och "Tillgänglighet". "Takt" motsvarar här vad vi i det inledande resonemanget i kapitel 3 kallade "Anläggningseffektivitet" och hänger nära samman med "Kvalitet" men (på sikt) även med "Tillgänglighet", genom att en för högt uppdriven takt i längden kan resultera i en lägre tillgänglighet.

Bortser vi emellertid från störningar hos själva produktionsutrustningen, vilka resulterar i takt- och utbytesförluster, kan vi främst för en given produktionsutrustning se "Takt" som ett resultat av – förutom operatörens skicklighet – rådande arbetsplanering och organisation. Ett driftstopp vid sågintaget kan bero på såväl brist på råvara (timmer) som att barkningsmaskinen har havererat. Den senare orsaken är att hänföra till bristande tillgänglighet.

De båda faktorerna "Takt" och "Tillgänglighet" kan – för en enskild enhet, men ännu mer för en hel såglinje – kompensera varandra. Bristande "Tillgänglighet" kan motverkas genom ökad "Takt" när linjen går och vice versa.

Ett annat sätt att (delvis) kompensera bristande tillgänglighet för en hel linje, är genom mellan- eller buffertlager. Detta förutsätter att inte driftstoppen regelmässigt eller företrädesvis drabbar en viss enhet i linjen. Då får man ofelbart en flaskhals där. En sådan flaskhals kan man enbart komma tillrätta med genom att åtgärda den, eller genom att för det avsnittet acceptera en lägre effektivitet och i stället om det går, köra detta separat på övertid.

Uppehåller vi oss ett tag vid begreppet "Tillgänglighet", finner vi att detta (enligt definitionen på sid 11 i Bilaga 1) är beroende av såväl "Funktionssäkerheten" som "Underhållsmässigheten" och "Underhållssäkerheten".

Man kan uttrycka det så, att funktionssäkerheten beskriver "hur länge en utrustning kan gå innan ett fel uppstår".

Underhållsmässigheten beskriver "hur lång tid det tar (för underhållspersonalen) att åtgärda felet när man väl påbörjat arbetet".

Underhållssäkerheten slutligen anger "hur lång tid det tar innan reparationen eller åtgärden påbörjas".

I och med detta har man också angivit att tillgängligheten till en del beror på anläggningens konstruktion eller utformning, vilket inverkar på dess tillförlitlighet och underhållsmässighet. Till en annan del beror tillgängligheten på anläggningens kondition, vilken i sin tur är avhängig främst av dess ålder och graden av förebyggande och planerat avhjälpande underhåll. Till andra delar beror tillgängligheten av underhållsavdelningens kompetens och resurser.

Mot denna bakgrund kan vi dela in de faktorer som påverkar *effektiviteten* i :

1) sådana som främst har med *takt* att göra såsom:

- layout och produktionsflöden inklusive mellan- eller buffertlager;
- råvarans kvalitet (utseende) och status, t ex fruset virke vid vintersågning;
- produktions- och arbetsplanering;

2) sådana som har med *tillgänglighet* att göra såsom:

- anläggningens funktionssäkerhet;
- dess underhållsmässighet, d v s hur "servicevänlig" den är;

och vidare *underhållssäkerheten* genom:

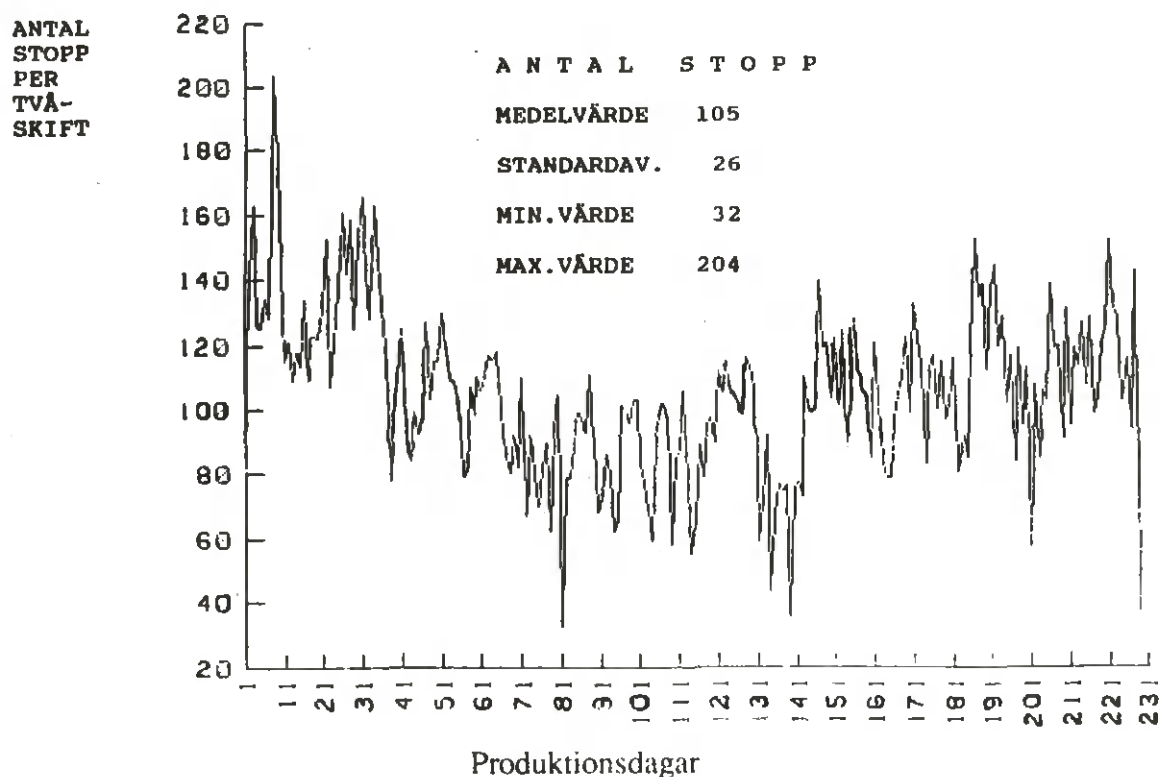
- operatörernas kvalifikationer och arbetsmotivation
- underhållets organisation och status;
- underhållspersonalens kompetens och resurser;

En intelligent analys av stopptidsdata skall beakta möjlig inverkan av samtliga dessa fakto-

rer. Detta visar på att en sådan analys inte alla gånger är så lätt att göra, vilket kan vara en av förklaringarna till att de så sällan blir utförda.

Det visar sig nämligen att ytterst få sågverk på ett systematiskt sätt går igenom de data, som man får vid stopptidsregistreringen, för att med dessa som underlag planera produktion och underhåll. Troligen erhåller många, via stopptidsregistrering eller på annat sätt, en intuitiv känsla för var de mest akuta problemen ligger. Men sådant "underlag" kan vara missvisande och brukar inte heller tillmätas så stor vikt vid diskussioner och beslut om investeringar eller fördelning av resurser i allmänhet.

I ett av de få fall vi känner till, där man under en följd av år systematiskt har använt sig av en mera ingående stopptidsanalys, nöjde man sig med att notera *frekvensen* av stopp vid olika positioner utmed produktionslinjen i sönderdelningen. Detta baserades på data från processtyrningen (en REMA 819) vilka manuellt fördes över till ett kalkylmatrisprogram. (Som framgår av kapitel 4, kan en sådan överföring numera göras maskinellt eller elektroniskt – den relaterade studien gjordes för cirka tio år sedan).



Figur 9. Exempel på frekvenskurva över registrerade stopp per tvåskift under ett produktionsår. Man har en successiv nedgång under våren, men får sedan en kraftig uppgång efter sommaruppehållet.

När ett sådant stort ställe upptäcktes, gjordes sedan vanligen en närmare observation av detta, eller en detaljstudie av stoppen med hjälp av en Kienzler-skrivare.

Mycket tack vare en sådan enkel men systematisk och uthållig analys, kunde man under en följd av år konsekvent öka tillgängligheten med en dryg procent per år, sammanlagt cirka 9 procent. En av åtgärderna var att byta ut samtliga fotoceller, d v s själva impulsgivarna för stoppen, till ett fabrikat som man ansåg tillförlitligt.

Mot bakgrund av ovanstående, skall vi nu beröra hur produktivitet eller effektivitet påverkas av följande faktorer:

1. produktionslinjens layout;
2. buffert- eller mellanlager;
3. råvara och årstid (vintersågning);
4. anläggningens ålder och tekniska nivå;
5. produktionsplanering;
6. arbetsorganisation och -motivation.
7. underhåll;

7.1 Produktionslinjens layout

Det är ofrånkomligen så, att en rak produktionslinje löper mindre risk att råka ut för produktionsstörningar, än en linje som innehåller "krökta flöden". Önskemålet om rätlinjighet strider emellertid i viss mån mot en önskan att få en koncentration av verksamheten, dels för att begränsa det utrymme den tar i anspråk, dels för att få större överblickbarhet. I en viss typ av layout samlar man också av arbetsmiljöskäl, den alltmer fåtaliga driftspersonalen till ett gemensamt utrymme, vilket också underlättas av en "krökt" linje.

Ett sågverk har en mätram efter barkmaskinen. Fotocellen vid denna ger emellertid inte alltid impuls i tid till den avpuffare, som skall föra över stocken på en efterföljande tvärtransportör. Det förekommer därför att stocken hamnar snett på tvärtransportören - som går i rät vinkel mot den ursprungliga linje i vilken barkmaskinen ingår. I sämsta fall ramlar stocken därvid ned under tvärtransportören och måste vid tillfälle lyftas upp på denna igen med hjälp av en travers. - Detta är ett exempel på de vanskligheter som alltid tycks föreligga vid vinkeländringar av flödet.

Vid många ombyggnader är det endast maskinutrustningen som byts ut, medan den gamla byggnaden av kostnadsskäl står kvar och "återanvänds". Detta leder i många fall till sub-

optimalt utformade produktionsflöden med fler riktningssändringar än vad som egentligen är önskvärt.

Eftersom det numera blir alltmer sällsynt att man från grunden bygger en helt ny såglinje – för att inte nämna ett helt nytt sågverk – blir layouten oftast beroende av en rad ”historiska” faktorer i omgivningen.

De kombinerade fräs- och profilsågningsmaskiner med motstående klingor, som nu blir allt vanligare, medför att kantverket faller bort. Detta i sin tur möjliggör en kompaktare anläggning med ett enklare flöde. En nackdel, som man istället kan få är att verktygsbyten och rengöring av bl a spindlar i maskinen kan vara svårare att genomföra p g a det begränsade utrymmet.

7.2 Buffert- och mellanlager

Utvecklingsmässigt har del fogats till del i sågverkens totala produktionskedja. Av tradition har det därför mellan dessa delar funnits lager av råvara eller delvis bearbetade produkter. Dessa mellanlager har samtidigt tjänstgjort som buffertar vid driftstopp längs linjen. De finns dels när produktionen fortlöper i (flyttas till) en annan byggnad, så som mellan såg-hus/råsortering och tork och mellan tork och justerverk. Vidare finns de i volymmässigt mindre omfattning i själva produktionslinjen, som fickor före elevatorer och enstycksmatare av olika slag.

I en generell strävan att knyta samman produktionsprocessen och speciellt mot bakgrund av fortlöpande materialadministration försöker man successivt minska dessa lager, speciellt de först nämnda mellanlagren. Buffertlagren vid virkesordnarfickor etc, ser man ännu begränsade möjligheter att bli av med. Men eftersom den form av virkeshantering, där dessa ingår, samtidigt medför en hel del skador på virket, kommer den framtida utvecklingen troligen att innebära, att även dessa lager minskas.

Detta medför att sågverkets förändring mot processindustri ytterligare accentueras. Kravet på driftsäkerhet hos de enskilda komponenterna utefter såglinjen kommer därmed att öka.

Vid flera av de besökta sågverken, har de man talat med dock haft en positiv inställning till buffertlager. Troligen finns här en viss motsättning mellan ekonomer (som resonerar om materialadministration) och produktions- och underhållspersonal (som tänker i banor av tillgänglighet eller ”flyt” i stort). Det gäller att här finna en balans. Motsättningar behöver dock inte alltid föreligga, vilket bl a framgår av ett exempel under punkt 5 nedan.

7.3 Råvara och årstid

Den tidigare omtalade analysen av stopptidsdata vid ett sågverk i början på 1980-talet, initierades ursprungligen av en uppfattning bland operatörerna, att sågning av furu där ledde till fler stopp än sågning av gran. Man lyckades i det fallet inte spåra någon sådan

skillnad mellan träslagen. Men det är ofrånkomligen så att råvarans geometri, kvalitet och kondition påverkar såglinjens effektivitet.

Mest påtagligt är detta vid vintersågning, speciellt vid dåligt eller endast till hälften genomfruset timmer. (Ramsågar brukar då förses med "sommarblad" i mitten och "vinterblad" på sidorna.) Träteknik håller följande på att i en särskild studie, undersöka vad som kan göras för att med hjälp av bl a annan tandutformning, minska risken för spånlimning i samband med vintersågning.

Normalt väljs ju produktions- eller sönderdelningsutrustningen med hänsyn just till den råvara som finns inom sågverkets upptagningsområde, så att man med denna skall få ett optimalt utfall. Den här studien avser inte att bedöma de grader av effektivitet, som föreligger mellan olika sådana kombinationer av råvara och produktionsutrustning. Vi vill endast peka på hur variationer över tiden i råvarans egenskaper, återverkar på produktionens effektivitet vid det enskilda sågverket.

Långsiktigt kan emellertid en sådan fokusering på såglinjens effektivitet, leda till suboptimeringar som kan vara skadliga för branschen. Så kan t ex idag nästan inga nya såglinjer ta emot virke med en diameter över 40 cm.

Så sk övergrova gran straffas med ett längdavrdrag eller läggs åt sidan, trots att den kan innehålla virke med mycket höga och eftertraktade kvaliteter. Men så länge man inte har möjlighet att enkelt bedöma årsringstätheten, d v s graden av frodvuxenhet, vill inte sågverken bygga såglinjer som tar emot sådana grova stockar.

7.4 Anläggningens ålder och tekniska nivå

Det är ett välkänt faktum att driftstoppen hos en teknisk anläggning över dess livstid fördelar sig från en i början hög frekvensnivå, för att därefter sjunka och hållas nere till dess att de mot slutet av livscykeln åter stiger, den så kallade badkarskurvan.

Tillgängligheten påverkas av de enskilda komponenternas driftsäkerhet samt mängden av samverkande komponenter. Ju fler komponenter, desto större sannolikhet för driftstörningar eller stopp. Bl a har en ökad automatisering också medfört en större komplexitet.

De faktorer som vi här pekar på, kan påverkas antingen vid konstruktion och upphandling av anläggningen, eller vid den efterföljande driften och underhållet. Inom de "Underhållsgrupper" som Träteknik i ett par sammanhang har etablerat, har man påpekat vikten av att en anläggning i samband med upphandlingen specificeras tillräckligt väl och att därvid större hänsyn tas till dess funktionssäkerhet och underhållsmässighet, än vad som nu oftast är fallet /14/ /15/. Vi återkommer till detta i kapitel 10.

7.5 Produktionsplanering

Den i kapitel 6 redovisade fördelningen av stopptiderna för de studerade sågverken, pekar på intaget som ett av de mest belastade avsnitten. Detta kan bero på att man här har att göra med råvaran i dess mest "naturliga" och oregelbundna form och att man hanterar stora tyngder och därmed krafter. Men stoppen vid intaget kan också bero på en helt annan och icke-teknisk orsak, nämligen "brist på råvara".

Sådana brister i effektiviteten är att hänföra till produktionsplaneringens område. Ett annat exempel är ett sågverk, där justerverket bedömdes som en trång sektor, varför man övervägde en större investering för att bygga om detta. I samband med att man med hjälp av en utomstående konsult gjorde en studie över möjligheterna till effektivare materialadministration, noterades det stora mellanlagret ("kön") till justerverket.

Istället för att ifrågasätta den tekniska kapaciteten eller tillgängligheten hos justerverket, ifrågasattes därvid andra faktorer i sammanhanget, bl a produktionsplaneringen. Det visade sig då, att om man vidtog diverse åtgärder inom detta område, behövdes inte något nytt justerverk. En sådan åtgärd var, att personalen vid justerverkets intag direkt meddelades, när det sista paketet i en "batch" eller en order lämnades över och hur nästa order såg ut. De kunde därför tidigare än brukligt planera för denna och genomföra omställningen av verket på kortare tid.

Den senare tidens tendens mot kundorderstyrda leveranser, små orderserier och leverans "just in time", ökar kraven på en väl fungerande produktionsplanering. Ett sätt att möta detta, är att delegera besluten närmare den nivå där de skall genomföras och att i tid förse berörda operatörer med erforderlig information.

Ökande datorisering underlättar också i sig möjligheterna för en mer strikt produktionsplanering, även om datorerna inte själva åstadkommer några planer. Mot bakgrund av att driftstörningar och dito stopp ändå av bl a rent tekniska orsaker inte kan undvikas, förtjänar det påpekas att denna planering också bör innehålla ett visst mått av alternativa planer.

7.6 Arbetsorganisation och -motivation

Hittills har till övervägande del tekniska aspekter eller faktorer med anknytning till sågverkets effektivitet behandlats. Men alldeles oavsett hur väl en produktionsanläggning är planerad och etablerad, beror dess effektivitet också i hög grad på de personer, som handhar den.

I början av 1970-talet gjordes en brett upplagd studie av arbetsmiljön inom sågverksindustrin, där så gott som samtliga de aspekter som berör personalens förhållande till produktionen togs upp /16/.

Sedan dess har utvecklingen som nämnts gått mot en alltmer processliknande produktion, med en många gånger högt uppdriven takt. De ökade belastningar på personalen, som detta

har medfört, har man försökt motverka genom ökad automatisering. Detta kan – enligt resonemangen ovan – ge en ökad takt på bekostnad av tillgängligheten, där avbrotten p g a driftstopp rent av kan upplevas som positiva.

Ett annat sätt att avlasta personalen från ett monotont arbete är genom arbetsrotation. Det har emellertid visat sig att sådan är relativt svår att införa i en redan etablerad produktionslinje på grund av de låsningar och det revirtänkande som kan förekomma. Förutsättningarna för att införa arbetsrotation är mycket bättre vid idrifttagande av en ny linje.

Sågverken utgör inte sällan en av få, eller den enda större, arbetsgivaren på en mindre ort. Även om arbetskraften under de senaste decennierna blivit mer benägen att pendla, genom bättre tillgång till bil, medför en sådan situation ändå speciella förhållanden i relationen mellan företag och anställda. Sågverken har därvid troligen gynnats av en förhållandevis låg personalomsättning och engagerad personal.

Branschens löneläge och de i vissa fall monotona och påfrestande arbetsuppgifterna pekade emellertid före den nuvarande lågkonjunkturen mot en framöver försvårad nyrekrytering. Det är främst de fram till år 2 000 minskande ungdomskullarna och ungdomarnas större tveksamhet inför att ta ett processbetonat industriellt arbete, som utgör bakgrund till dessa förmodanden.

Sågverken försöker nu bemöta detta, dels genom en upprustning av arbetsmiljön, dels genom ökad utbildning och en breddning av arbetsuppgifterna. Även i detta fall bör en satsning på kvalitetssäkring enligt ISO 9 000 kunna bereda väg för nya grepp och lösningar. Vi återkommer till underhållets organisation i kapitel 9.

7.7 Underhåll

Underhållets betydelse för tillgängligheten eller effektiviteten har delvis framgått av tidigare kapitel. Vi utvecklar temat kring underhåll närmare i kapitel 9 och 10.

8. KALKYLEXEMPEL – HUR TILLGÄNGLIGHETEN PÅVERKAR EKONOMIN I STORT

För att närmare belysa hur det ekonomiska utfallet påverkas av tillgängligheten eller produktiviteten hos anläggningen har vi räknat igenom ett antal exempel. De är delvis baserade på det material som erhållits i samband med den analys av sågverkens kostnader, vilken Träteknik gjorde för några år sedan /17/, /18/. Avsikten är att i första hand visa på principen och sättet att räkna, inte att ge några absoluta värden. Varje företag skall givetvis sätta in sina egna sifferuppgifter i de beräkningar som man gör.

Det har visat sig i de ovannämnda Underhållsgrupperna att underhållspersonalen behöver lära sig mer om företagsekonomi och företagsledningens eller ekonomernas sätt att tänka och resonera. Man får då bättre möjligheter att hävda underhållets sak inom företaget.

Detta kan gälla t ex val av komponenter vid inköp av ny utrustning eller en periodisk satsning på underhållet för att i högre grad komma över mot planerat och förebyggande underhåll.

Genom att erhålla en närmare och tydligare koppling mellan data för stopptider, d v s tillgänglighet eller produktivitet och de ekonomiska faktorerna, bör också förståelsen mellan företagsledning, drift och underhåll, på sikt kunna öka.

På följande sidor visas ett fullständigt genomräknat exempel på sambandet mellan tillgänglighet och täckningsbidrag. Vidare anger vi mera summariskt motsvarande samband vid olika grad av tillgänglighet respektive olika storlekar på årsproduktionen. Resultatet visas i diagramform på sidan 56.

Kalkylexempel på hur tillgängligheten påverkar ekonomin
(baserat på 1990 års kostnads- och intäktsnivåer)

För följande kalkylexempel gäller nedanstående förutsättningar:

Tillgänglighet:	70 %	
Arbetstid, brutto:	1.750 tim/år	
Arbetstid, netto:	1.225 tim/år	
Pris – råvara	600 kr/m ³ to	(50 % furu, 50 % gran)
– sågad vara	1.450 kr/m ³ sv	(50 % furu, 50 % gran)
– flis	115 kr/m ³ s	
– spån	45 kr/m ³ s	
Utbyte – sågad vara m ³ fub:	57 % normaltimmer	
(i utbytesprocenten ingår krympmånen)		
– flis m ³ f	35 %	
– spån m ³ f	8 %	

Intäkter för 1 m³ sågad vara

– 1m ³ s	1.450 kr (medelpris)
– flis	191 kr (beräkning se nästa sida)
– spån	19 kr (beräkning se nästa sida)

Summa intäkter 1.660 kr

Råvarukostnad för 1 m³ sågad vara

För 1 m³ sågad vara åtgår:

$$\frac{1}{0,57} = 1,754 \text{ m}^3 \text{ råvara, vilket med ett}$$

omräkningstal på 1,23 ger en råvarukostnad av:

$$\frac{600}{1,23} = 856 \text{ kr}$$

Täckningsbidrag per m³ sågad vara: 1.660 - 856 = 804 kr

Flisintäkter för 1 m³ sågad vara

$$1.754 \times 0,35 = 0,614 \text{ m}^3\text{f}$$

$$\frac{0,614}{0,37} = 1,66 \text{ m}^3\text{s}$$

$$1,66 \text{ m}^3\text{s} \times 115 \text{ kr/m}^3\text{s} = 191 \text{ kr}$$

Spånintäkter för 1 m³ sågad vara

$$1.754 \times 0,08 = 0,140 \text{ m}^3\text{f}$$

$$\frac{0,140}{0,33} = 0,425 \text{ m}^3\text{s}$$

$$0,425 \text{ m}^3\text{s} \times 45 \text{ kr/m}^3\text{s} = 19 \text{ kr}$$

Täckningsbidrag per timme vid olika produktionsvolymer sågad vara/år med 70 % tillgänglighet och ovanstående kalkylförutsättningar:

$$\frac{20.000 \text{ m}^3}{1.225 \text{ tim}} = 16,33 \text{ m}^3/\text{tim} \times 804 = 13.126 \text{ kr/tim}$$

$$\frac{40.000 \text{ m}^3}{1.225 \text{ tim}} = 32,65 \text{ m}^3/\text{tim} \times 804 = 26.253 \text{ kr/tim}$$

$$\frac{60.000 \text{ m}^3}{1.225 \text{ tim}} = 48,98 \text{ m}^3/\text{tim} \times 804 = 39.280 \text{ kr/tim}$$

$$\frac{100.000 \text{ m}^3}{1.225 \text{ tim}} = 81,63 \text{ m}^3/\text{tim} \times 804 = 65.633 \text{ kr/tim}$$

$$\frac{130.000 \text{ m}^3}{1.225 \text{ tim}} = 106,12 \text{ m}^3/\text{tim} \times 804 = 85.322 \text{ kr/tim}$$

Exempel:

Ökning av täckningsbidraget per år vid en ökning av tillgängligheten från 70 % till 84 % för ett sågverk med 60.000 m³sv produktion.

71 % tillgänglighet

$$\begin{aligned}
 1.750 \times 0,71 &= 1.242,5 \text{ tim/år} \\
 1.242,5 \times 48,98 \text{ m}^3/\text{tim} &= 60.858 \text{ m}^3/\text{år} \\
 60.858 - 60.000 &= 858 \times 804 = \mathbf{689.832 \text{ kr}}
 \end{aligned}$$

72 % tillgänglighet

$$\begin{aligned}
 1.750 \times 0,72 &= 1.260 \text{ tim/år} \\
 1.260 \times 48,98 \text{ m}^3/\text{tim} &= 61.715 \text{ m}^3/\text{år} \\
 61.715 - 60.000 &= 1.715 \times 804 = \mathbf{1.378.860 \text{ kr}}
 \end{aligned}$$

74 % tillgänglighet

$$\begin{aligned}
 1.750 \times 0,74 &= 1.295 \text{ tim/år} \\
 1.295 \times 48,98 \text{ m}^3/\text{tim} &= 63.429 \text{ m}^3/\text{år} \\
 63.429 - 60.000 &= 3.429 \times 804 = \mathbf{2.756.916 \text{ kr}}
 \end{aligned}$$

76 % tillgänglighet

$$\begin{aligned}
 1.750 \times 0,76 &= 1.330 \text{ tim/år} \\
 1.330 \times 48,98 \text{ m}^3/\text{tim} &= 65.143 \text{ m}^3/\text{år} \\
 65.143 - 60.000 &= 5.143 \times 804 = \mathbf{4.134.972 \text{ kr}}
 \end{aligned}$$

78 % tillgänglighet

$$\begin{aligned}
 1.750 \times 0,78 &= 1.365 \text{ tim/år} \\
 1.365 \times 48,98 \text{ m}^3/\text{tim} &= 66.858 \text{ m}^3/\text{år} \\
 66.858 - 60.000 &= 6.858 \times 804 = \mathbf{5.513.832 \text{ kr}}
 \end{aligned}$$

80 % tillgänglighet

$$\begin{aligned}
 1.750 \times 0,80 &= 1.400 \text{ tim/år} \\
 1.400 \times 48,98 \text{ m}^3/\text{tim} &= 68.572 \text{ m}^3/\text{år} \\
 68.572 - 60.000 &= 8.572 \times 804 = \mathbf{6.891.888 \text{ kr}}
 \end{aligned}$$

82 % tillgänglighet

$$\begin{aligned}
 1.750 \times 0,82 &= 1.435 \text{ tim/år} \\
 1.435 \times 48,98 \text{ m}^3/\text{tim} &= 70.286 \text{ m}^3/\text{år} \\
 70.286 - 60.000 &= 10.286 \times 804 = \mathbf{8.269.944 \text{ kr}}
 \end{aligned}$$

84 % tillgänglighet

$$\begin{aligned}
 1.750 \times 0,84 &= 1.470 \text{ tim/år} \\
 1.470 \times 48,98 \text{ m}^3/\text{tim} &= 72.001 \text{ m}^3/\text{år} \\
 72.001 - 60.000 &= 12.001 \times 804 = \mathbf{9.648.804 \text{ kr}}
 \end{aligned}$$

Ökat täckningsbidrag (kr) per år vid olika årsproduktion och tillgänglighet

Produktion per år, m ³ sv	Tillgänglighet i %			
	71	72	74	76
20.000	233.160	463.104	922.188	1.382.076
40.000	456.678	915.756	1.833.924	2.752.896
60.000	689.832	1.278.860	2.756.916	4.134.972
100.000	1.145.700	2.294.616	4.591.644	6.888.672
130.000	1.490.616	2.983.644	5.969.700	9.357.600

Produktion per år, m ³ sv	Tillgänglighet i %			
	78	80	82	84
20.000	1.841.160	2.301.048	2.760.132	3.220.020
40.000	3.671.868	4.590.804	5.509.812	6.427.980
60.000	5.513.832	6.891.888	8.269.944	9.648.804
100.000	9.185.700	11.482.728	13.779.756	16.076.784
130.000	12.476.520	14.928.672	17.914.728	20.900.784

Konstruerade kalkylexempel kan lätt kritiseras för att de generaliserar och inte får med verklighetens alla nyanser. Men ibland kan de fungera som ett slags "ögonöppnare" inför möjligheter som är värda att studera närmare. Låt oss därför, med risk för att vi "skär otillåtna hörn" ändå avslutningsvis lämna ett par exempel på hur man, med ledning av ovan gjorda antaganden och beräkningar, skulle kunna göra enkla kalkyler på åtgärder som förbättrar tillgängligheten.

1. Antag att ett sågverk som producerar 60.000 m³/år, har en tillgänglighet på såglinjen på 74 procent. En deltalanalys av stopptiderna visar att de flesta störningarna inträffar vid barkmaskinen. Denna har över 15 år på nacken och man beslutar att byta ut den. Efter en inkömsperiod ökar sedan tillgängligheten till 78 procent, vilket kan hänföras till minskade stopp vid barkmaskinen. Enligt tabellen ovan har täckningsbidraget då förbättrats med skillnaden mellan 5.513.832:- och 2.756.916:- eller 2.756.916:-.

Antag vidare att barkmaskinen installerad kostar 0,9 Mkr. En enkel återbetalningskalkyl visar då att man får igen den investeringen på

$$\frac{0,9}{2,7557} \text{ år eller cirka 4 månader.}$$

2. Antag att ett annat lika stort sågverk hade problem med sin ströläggare, vilket begränsade såglinjens tillgänglighet till 72 procent. Genom att under semesteruppehållet sätta två man under en vecka för att modifiera inmatningen, ökade tillgängligheten till 74 procent. Kostnaden för detta uppgick till 50.000:- kr. Täckningsbidraget förbättras med skillnaden mellan 2.756.916:- och 1.378.860:- eller 1.378.056:-. På motsvarande sätt som ovan fås då en återbetalningstid av

$$\frac{50.000}{1.378.056} \text{ år eller cirka 2 veckor.}$$

9. PRODUKTIVT UNDERHÅLL

9.1 Inledning

I en enkät som Träteck lät utföra 1989/90 och vilken besvarades av ett 100-tal sågverk, gällde en av frågorna huruvida registrerade stopptidsdata användes för att planera eller styra underhållet. Mindre än hälften (41 procent) av de avgivna svaren angav att man fortfarande använde dessa data för uppläggning av underhållet. Denna enkät samt de inledningsvis nämnda studierna visar också att man alltför ofta ser underhållet mera som en kostnadsfaktor än som en produktivitetsbefrämjande faktor.

Vi har i andra sammanhang funnit att underhållskostnaderna ligger på 27 kr/m³, eller på 2,6 procent av gjorda maskininvesteringar (1986 års kostnader, ett sågverk med en produktion av 100.000 m³/år) /17/. Räknat på avsaluvärdet för produktionen blir motsvarande siffra drygt 2 procent.

Som jämförelse kan nämnas att för industrin generellt ligger underhållet av kapitalstocken på mellan 2,5 och 6 procent av dess värde, med ett medelvärde för denna siffra på drygt 3 procent. Eller räknat på försäljningen mellan 1,8 och 10 procent. Ett exempel från massaindustrin ger jämförelsetalet cirka 6 procent av försäljningsvärdet.

För underhåll finns på sågverk i genomsnitt 1 person per cirka 10 000 års-m³ producerad volym. Enligt 1990 års sågverksinventering sysselsätts totalt cirka 10 personer per 10 000 års-m³. Efter avdrag för underhållspersonal och administrativ personal kan man i direkt produktion räkna med cirka 8 personer per 10 000 års-m³. Detta ger ett förhållande mellan underhålls- och produktionspersonal på 0,12. I en förstudie kring "underhåll och ekonomisk styrning av underhåll", anges motsvarande förhållande för processindustrier till mellan 0,28 – 0,81 och för mekanisk verkstadsindustri till mellan 0,2 – 0,5 /13/. Ytterligare uppgifter om underhålls ekonomiska aspekter finns i /22/.

Eftersom sågverken mer och mer närmar sig processindustrin har vi mot bakgrund av dessa siffror anledning att förmoda att de resurser, som för närvarande tilldelas underhållet inom sågverken, i allmänhet är klart i underkant i förhållande till föreliggande eller potentiella uppgifter. Det som också talar för detta är den stora andelen (akut) avhjälpande underhåll.

Man bör även ha i minnet att kopplingen mellan produktivitet och underhåll är underkastad en förskjutning i tiden ("time-lag") så tillvida, att man med en anläggning som är i god trim, under en längre tid kan eftersätta en del av underhållet utan att det genast märks på produktiviteten. Omvänt kan det ta en avsevärd tid att återställa eller rehabilitera en anläggning för vilken underhållet har blivit eftersatt.

Av denna orsak tenderar underhållsbudgeten på ett företag att variera cykliskt över åren beroende på den aktuella tillgängligheten hos anläggningen. Är denna under en längre tid (för) låg, gör man till sist en rejäl satsning på underhållet. När tillgängligheten sedan efter hand går upp, finner företagsledningen – när sparkraven sätter in – att underhållssidan kanske inte har full sysselsättning, varför man då gärna skär ned på underhållet.

Då går tillgängligheten så småningom ned och förloppet tenderar att upprepas. Personer i ansvarig ställning kan, genom den eftersläpning i tiden, med vilken eftersatt underhåll så att säga kommer i dagen, på detta sätt oförskyllt få lida för vad en företrädare har försummat.

Underhåll måste med andra ord bedrivas med en målmedvetenhet och långsiktighet som inte bör få påverkas av svängningar i konjunkturen.

Vidare försöker man nu på sina håll minska det avstånd mellan drift och underhåll, mellan operatörer och reparatörer som trots allt förekommer inom många företag. Vi ser här ännu bara början på en utveckling som nu diskuteras alltmer. Ett exempel på detta är att lägga över vissa inspektioner, d v s förebyggande underhåll, på operatörerna. Ett annat är ett sågverk där man har underhållspersonal underställd förmannen för produktionen. Vid ytterligare ett sågverk arbetar man med planerat avhjälpande och förebyggande underhåll varje fredag eftermiddag, varvid all personal involveras.

"Bra underhåll" är inte att göra fel saker mer effektivt. Det är här lätt att gå i en fälla av trångsynt eller kortsiktigt tänkande. Om en brandkår upplever sig ha kapacitetsproblem, kan den hantera situationen på två sätt. Antingen kan man skaffa mer personal och utrustning. Eller också kan man i högre grad inrikta sig på att motverka eller förhindra att eldsvådor uppstår.

Därför är det viktigt att man inom företaget noga **definierar sitt mål med underhållet**. Vad går verksamheten ut på? Det är en grundläggande skillnad mellan:

- att reparera trasiga utrustningar (haveriunderhåll) och
- att hålla anläggningen igång, d v s produktiv.

I det förstnämnda fallet kommer egentligen underhållsinsatsen för sent.

Hur skall man då komma över till ett läge där man i högre grad behärskar situationen?

Planering

Nyckelordet för underhållets del är planering.

Underhållets mål och inriktning

Underhållets mål skall vara att upprätthålla en *planerad* (den behöver ej vara maximal) *driftsäkerhet och personsäkerhet till lägsta kostnad*

Alltför ofta fastnar man enbart för den nedersta raden.

Det finns två sätt att leda eller styra underhållsverksamheten:

- resultatorienterat och
- kostnadsorienterat.

Resultatorienterat

I detta fall tar man hänsyn till hur underhållet påverkar *hela* resultatet för verksamheten, d v s både direkta underhållskostnader, indirekta sådana som stilleståndskostnader och kostnader för kassation, justeringar och omarbetningar av produkten och för omplanering och övertid samt kostnader för tappade intäkter – förlust av täckningsbidrag – p g a utebliven försäljning. De senare kan vid en god marknad för en processindustri uppgå till mer än en tredjedel av de totala kostnaderna /20/, /22/.

Den kostnad som uppkommer av att en viss utrustning är avställd i väntan på reparation, drabbar inte underhållsavdelningen. I dess budget finns inga kostnader upptagna för sådan väntetid och den bokförs inte heller där.

Man bör därför hela tiden jämföra kostnaden för att en anläggning står i väntan på nödvändig reparation, med kostnaden för underhållspersonalen. Stilleståndskostnaden för en såglinje varierar givetvis i hög grad med linjens storlek, aktuell internränta etc, men kan ligga mellan 10.000 och 40.000 kr/tim.

Kostnadsorienterat

I detta fall är underhållets direkta kostnader avgörande och underhållet styrs nästan helt av den budget som man har gjort upp för dessa.

Om underhållsavdelningen vill köpa in viss ny utrustning för tillståndskontroll, t ex avseende inriktning av maskiner, har den svårt att motivera ett sådant inköp om företagets syn på underhållet är helt kostnadsorienterad. Är man resultatorienterad, skall man i sin

motivering för inköpet koppla detta till vad företaget kan vinna i form av ökad driftsäkerhet eller tillgänglighet och bättre kvalitet på produktionen.

Inverkan av förebyggande underhåll

När man börjar med förebyggande och mer planerat underhåll, påverkas i första hand funktionssäkerheten, d v s denna bör öka och därmed (medel)tiden mellan felen. Ett välkänt område är smörjning, vilket dock hittills har givits en relativt låg status. Det kan i sammanhanget nämnas att man vid en studie av lagerhaverier i installationer typ lager – koppling – lager funnit, att cirka 50 procent av alla haverier berodde på dålig inriktning och 35 procent på bristande smörjning /6/.

Vid en mer produktiv syn på underhållet påverkas indirekt också underhållssäkerheten, d v s denna bör öka och därmed (medel)väntetiden före åtgärd minska, t ex genom bättre reservdelshållning.

En ökning av driftsäkerheten kan, mot bakgrund av hur vi definierat den, erhållas antingen genom att påverka funktionssäkerheten, underhållsmässigheten, eller underhållssäkerheten. Det gäller givetvis att i varje enskilt fall börja med de åtgärder som ger största utdelningen per satsad krona. Genom att resonera på detta sätt och stegvis analysera, pröva/genomföra och mäta/kontrollera olika alternativ till åtgärder för att förbättra driftsäkerheten, får man ett bättre grepp om var man står och hur man skall komma vidare.

9.2 Avhjälpan, förebyggande och förbättrande underhåll

Underhåll kan definieras på många olika sätt. En definition, som vanligen används är följande:

Alla aktiviteter som utförs för att vidmakthålla en utrustning i eller återföra den till ett specificerat tillstånd.

De arbeten som en underhållsavdelning utför, kan klassas som endera av följande:

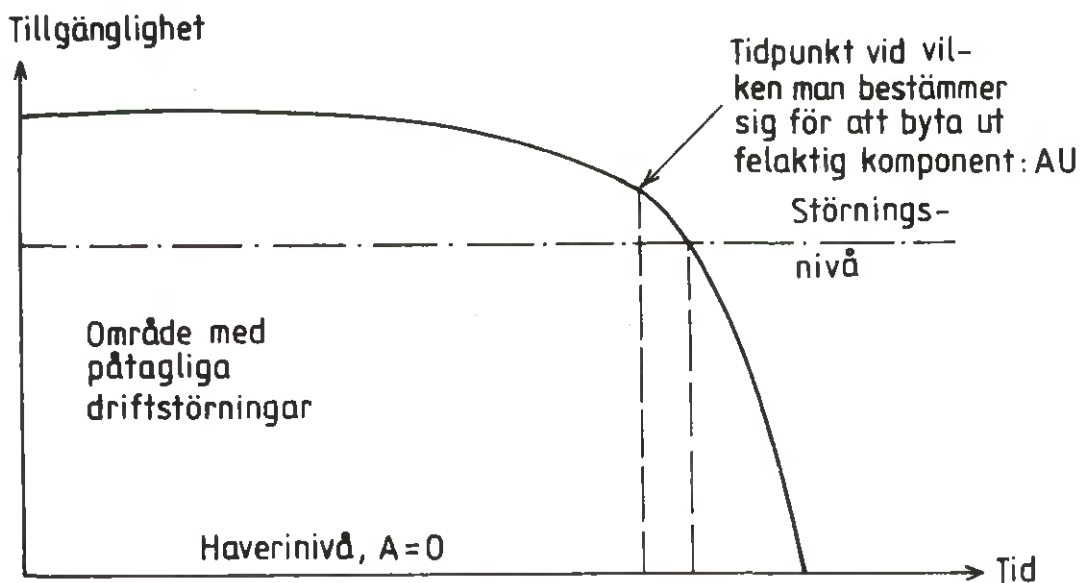
1. **Avhjälpan underhåll.** Förkortas i dessa sammanhang ofta AU. Det innebär att reparera, vilket ofta men inte nödvändigtvis alltid, utförs akut. Felet finns där och har upptäckts. Det omfattar allt underhåll som utförs med syftet att avhjälpa ett uppkommet fel.
2. **Förebyggande underhåll.** Förkortas ofta FU. Allt programmerat underhåll (utfört efter en viss plan), som görs med syfte att
 - a) förebygga uppkomsten av fel eller
 - b) upptäcka fel innan driftstörningar uppstår.
3. **Förbättrande underhåll.** Med sådant avses modifieringar som genomförs för att få utrustningen bättre. Gränsen mot rena investeringar kan ibland vara flytande. I /13/

anförs från ett par håll, anskaffningar på belopp över 10 000:- kr med en varaktighet över 3 år, som investeringar. Anskaffningar med framför allt kortare varaktighet, även om beloppet är större, anses som omkostnader.

Vi skall i det följande med några resonemang och exempel belysa skillnaden mellan avhjälpande och förebyggande underhåll.

Avhjälpande underhåll

Vi tänker oss en bandsåg vars allmänna tillstånd eller tillgänglighet man vill hålla över en viss miniminivå. Den nivån läggs då strax ovanför den gräns, där driftstörningar av ej accepterat slag börjar uppträda. Förutsatt att vi noggrant kunde mäta tillståndet, skulle vi då finna att det med tiden sjunker ned mot och närmar sig den fastställda nivån. När det har kommit ned till den nivån, bestämmer man sig för att byta ut den komponent som annars skulle komma att medföra driftstörningar. Detta är då ett *avhjälpande* underhåll.



Figur 10. Genom att fastlägga en minsta accepterad tillgänglighet, för t ex en maskin, en bit ovanför den gräns där störningarna annars blir oacceptabla kan man bättre gardera sig mot oplanerade stopp.

På motsvarande sätt är ett byte av ett kullager, när detta börjar att låta illa, ett *avhjälpande* underhåll. Om man däremot byter ut det efter en viss plan, grundad på tillverkarens rekommendationer och avverkad drifttid – också utan att ha syn- eller hörbara tecken på att det är slitet, så räknas detta som *förebyggande* underhåll.

Felsökning

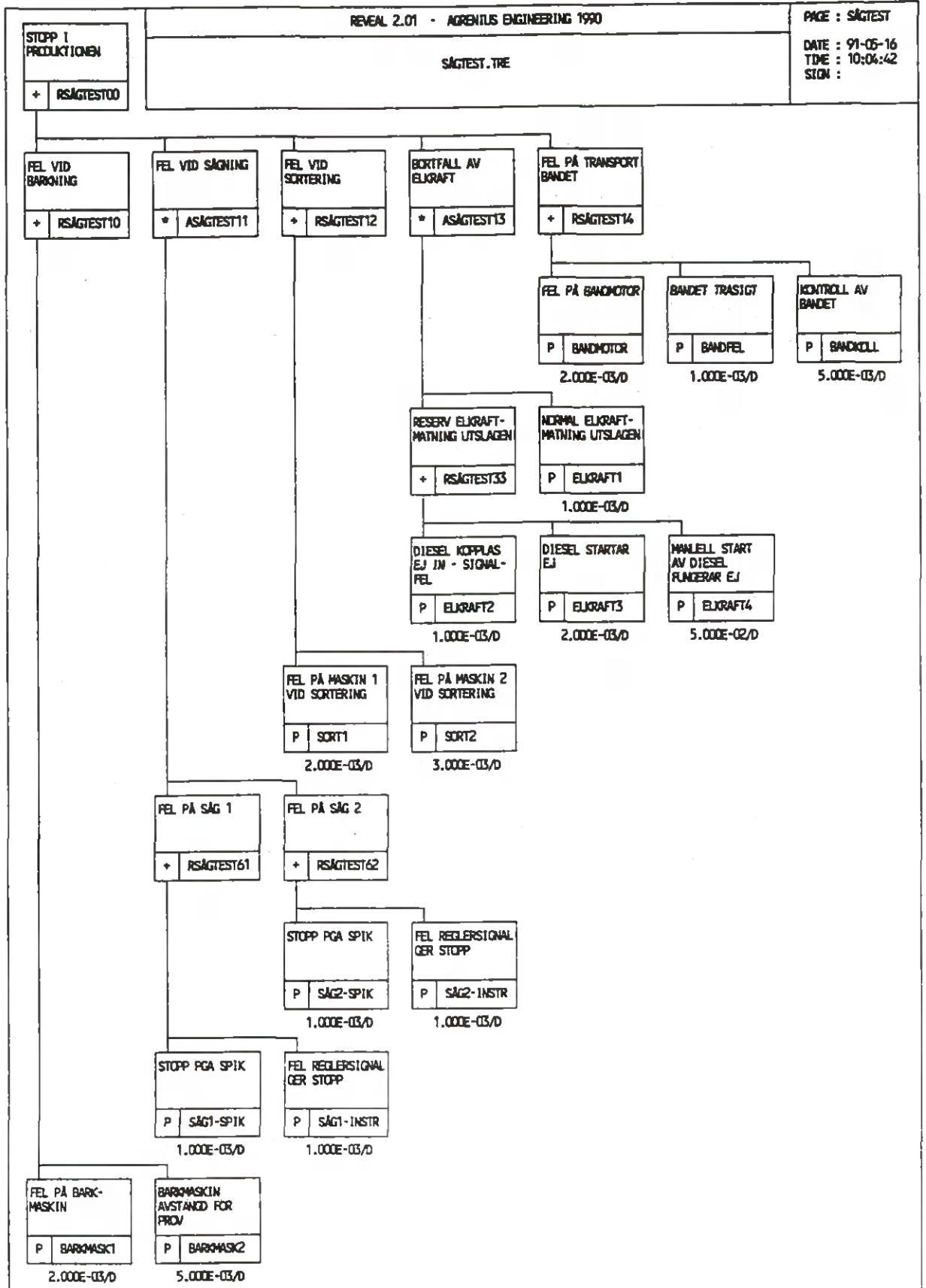
Som en del i det avhjälpande underhållet ingår felsökning. I takt med att utrustningen har blivit allt mer sofistikerad, kräver felsökningen också mer tid och mer avancerade metoder. Det är stor skillnad på att söka efter ett mekaniskt och ett elektriskt eller elektroniskt fel.

Vid felsökning speciellt på mer komplicerade utrustningar typ hydraulik eller elektronik, kan man vara hjälpt av att göra en s k felträdsanalys. Denna metod har utvecklats och först använts inom kärnkraftsindustrin. Där gäller speciella förutsättningar, dels genom att vissa fel inte *får* förekomma, dels genom att stilleståndskostnaderna kan bli mycket höga: uppåt 5 à 6 Mkr per dygn.

Kärnkraftverk har också en underhållsbudget som kan ligga på 10 procent av omsättningen, vilket medger resurser för framtagning och användning av speciell teknik. Väl framtagen kan den sedan komma till användning också inom andra industrigrenar, om man där är öppen för att ta till sig nya metoder.

Felträdsanalys baseras på dels en logisk och systematisk genomgång av tänkbara orsaker till ett visst fel, dels en för varje sådan tänkbar felorsak angiven eller antagen sannolikhet för att det felet skall uppstå. Genom att kombinera dessa sannolikheter via två typer av "grindar" – *och* eller *antingen eller* – kan man, med hjälp av speciella dataprogram, räkna fram en sammanlagd sannolikhet för att ett visst fel (närmare eller i trädets "stam") skall uppstå.

Till grund för en felträdsanalys bör under alla förhållanden finnas ett gällande schema över anläggningen. En av norrländska sågverk anlita hydraulikreparatör, som också är verksam som lärare, är känd för att han alltid först tar fram eller ritat upp ett schema över den anläggning han skall åtgärda. Genom att studera detta och använda sina teoretiska kunskaper, kan han då med tämligen stor säkerhet ringa in var felet bör ligga.



Figur 11. Exempel på felträd med alternativa händelseförlopp och uppskattade sannolikheter för fel. Uppbyggnaden är snarlik den som användes i de felsöknings-scheman som omtalas nedan.

För komplicerade anläggningar börjar man nu också få fram datorbaserade hjälpmedel i form av s k expertsystem, till hjälp vid felsökningen. Dessa visar på, för det aktuella felet, lämpligaste mät- eller kontrollpunkter och leder även den mindre erfarne fram efter den kortaste sökvägen. Till systemet kan kopplas information i form av detaljer på kretsscheman, fotografier och motsvarande. Ett sådant expertsystem är ALDA, som används av bl a cellulosaindustrin. I takt med att sågverken får en allt mer komplicerad utrustning, speciellt på elektroniksidan där felsökning ofta är en tidsödande del av det avhjälpande underhållet, kan sådana system bli aktuella också för sågverken.

Stiftelsen Skogsarbeten, numera SkogForsk, har i samarbete med en tillverkare av skogsmaskiner tagit fram en "manuell" version av ett sådant system för felsökning av elutrustning på maskinerna. Det är uppbyggt som ett strängt logiskt sökschema där man, genom att svara "Ja" eller "Nej" på schemats frågor, leds fram till den krets där felet ligger. Det hela är inrymt i en pärm där varje uppslag har sökschemat till vänster och skisser över test- och mätpunkter till höger. En sådan sökning med hjälp av Ja/Nej-svar passar speciellt bra inom el och elektronik, där spänning eller frånvaro av spänning lätt kan mätas.

Mekaniska fel är oftare lättare att spåra, men s k intermittenta eller oregelbundet förekommande fel kan även de ha en orsak som är svår att upptäcka. Detta trots att man försöker tillgripa moderna metoder. Vid upprepade störningar på ett ställe i såglinjen vid ett sågverk, tog man till en videokamera för att följa förloppet. Under de fyra dagar som man gjorde detta, inträffade emellertid få eller inga fel varför man avbröt studien, endast för att nästa vecka befinna sig i samma ryckiga och störda produktion som förut. Sådana exempel visar att driftsuppföljning och underhåll kan kräva både tålamod och skarpsinnighet.

Ofta har man svårt att avgöra om det förligger ett mekaniskt eller ett elektriskt fel, speciellt eftersom dessa två specialiteter är uppdelade på olika personalkategorier. Ett sätt att komma över det skulle vara att låta mekaniker och elektriker arbeta parvis vid felsökning. Tillgängliga resurser tillåter emellertid sällan detta. Vid ett sågverk i södra Sverige har man nu utbildat sina mekaniker så att de har viss elbehörighet. Andra reparatörer har gått kurser i sågverkselektronik.

Förebyggande underhåll

Förebyggande underhåll kan delas upp i direkt sådant och i indirekt förebyggande underhåll.

Direkt förebyggande

Exempel på direkt förebyggande underhåll är rengöring, smörjning samt utbyte av komponent efter en viss tid. Det sista är kännetecknande för direkt förebyggande underhåll. Det är *styrt av tiden*. En viss tid måste ha gått, eller en viss körsträcka ha avverkats, mellan underhållsinsatserna. På engelska kallar man detta för "fixed time mangement" eller FTM.

Att t ex fylla på luft i ett bildäck räknas inte som direkt förebyggande underhåll. FTM passar som princip inte på en sådan komponent som ett bildäck. Ibland används dock inom industrin denna metod för underhåll på enheter eller komponenter, som har samma förslitningsförlopp som ett bildäck. Detta är emellertid en förenkling, som kan leda till att förebyggande underhåll blir missförstått och kritiserat.

Indirekt förebyggande. Tillståndskontroll

Exempel på *indirekt förebyggande* underhåll är tillståndskontroll eller inspektion. Detta är en bra metod för att underhålla sådant som bildäck. Påfyllningen av luft efter en inspektion blir då avhjälpande underhåll.

Tillståndskontroll kan vara subjektiv eller objektiv.

Subjektiv kontroll

Tillståndskontroller eller inspektioner görs – trots alla de hjälpmedel, som man nu har till sitt förfogande – till en alldeles övervägande del som subjektiv kontroll. Det innebär att man använder sina sinnen, syn, hörsel, känsel och ibland smak/lukt. Man räknar med att omkring 80 procent av den tillståndskontroll, som görs inom industrin är *subjektiv*.

Detta beror på att det antal kontrollpunkter, som normalt skall avverkas, är så oerhört stort, att den snabbare och enklare subjektiva kontrollen föredras. Dess tillförlitlighet är emellertid i hög grad beroende av den erfarenhet som kontrollanten besitter.

Den gamle ångmaskinisten kunde i sorlet från maskinens olika delar särskilja de ljud, som var av speciell betydelse för dess tillstånd och visste vad avvikelser från normalen betydde. Produktansvarig vid massakokeriet kunde ta ut ett prov och smaka på pappersmassan. Forna dagars verkmästare hade sin skruvmejsel, vilken han tryckte mot lagret och samtidigt satte till örat. Den fungerade som ett enkelt stetoskop.

När Saab Scantias konstruktörer idag luddämpar i hytten på sina lastbilar, frågar de erfarna förare, vilka ljud som skall vara kvar. Vissa behövs som information.

Detta pekar på det dilemma som sågverken står inför, när anläggningen blir alltmer automatiserad och processbetonad, parallellt med att personalen "byggs in" i hytter. Den direkta kontakt med produktionsprocessen och utrustningen, som är så väsentlig för den subjektiva tillståndskontrollen, går förlorad. Samtidigt som vi talar om, att operatörerna skall ta över en större del av underhållet – bl a i form av tillståndskontroller – har de gjorts "till piloter som instrumentflyger" i ena änden på en hundratals meter lång produktionslinje.

Den övervägande delen av tillståndskontrollen måste ändå göras av underhållspersonal vid särskilda ronder. En svårighet som då ofta möter, är att vissa kontroller förutsätter att utrustningen tas ur drift. Genom att använda särskilda hjälpmedel eller från början bygga in

givare i utrustningen går det emellertid ofta att utföra kontrollerna även under drift. Vi kommer då huvudsakligen över till den andra typen av tillståndskontroll.

Objektiv kontroll

Denna bygger på mätningar av något slag och förutsätter därmed instrument och eventuellt särskilda givare. Den kan vara mer eller mindre utvecklad eller sofistikerad. Inom den medicinska sektorn har man tagit fram många sådana hjälpmedel för diagnostik och felsökning. Exempel på detta är just stetoskopet, röntgen, fiberoptik och ultraljud. Vidare finns stötpulsmätning (SPM-system) och frekvensanalys, vilka mäter och analyserar vibrationerna hos t ex lager och roterande delar.

Metoderna för tillståndskontroll utvecklas och förfinas ständigt. Man kan ha kontinuerligt övervakande felvarningssystem. Ett sådant som vi alla känner till, är den röda lampan för lågt oljetryck i våra bilar. Felvarningssystem kan göras mer eller mindre sofistikerade, men de bör alltid ha en högre driftsäkerhet än det system, som de övervakar. Enligt vad som allmänt gäller i sådana här sammanhang, blir de billigare om de byggs in i anläggningen från början.

Vi erhåller då följande uppställning av de olika typerna av underhåll:

Avhjälpande underhåll (AU)		Förebyggande underhåll (FU)		Förbättrande underhåll
Oplanerat AU	Planerat AU	Indirekt FU	Direkt FU	
		Tillståndskontroll (TK)	Rengöring Smörjning Programmerade utbyten	
		(inspektionerna är också i viss mån tidsberoende: de görs oftare mot slutet av trolig driftsperiod)	(dessa styrs av tiden)	
		Subjektiv tillstånds-kontroll	Objektiv tillstånds-kontroll	

En hög andel akuta (oplanerade) insatser, medför främst den nackdelen att det blir svårt eller omöjligt att planera arbetet. Man får en större resursförbrukning vad gäller:

- personal
- reservdelar
- teknisk dokumentation
- produktion (stillestånd)

I sämsta fall blir situationen okontrollerbar. Ett planerat arbete är alltid billigare och säkrare att utföra än ett oplanerat. *Det oplanerade tar i genomsnitt tre gånger så lång tid att utföra.*

Förhållandet mellan underhåll av olika slag

Förhållandet mellan planerat och oplanerat avhjälpande underhåll, säger en hel del om hur underhållet sköts på ett företag. Därför är detta också bland det första som studeras, när man vill analysera underhållet. Ett ökat direkt förebyggande underhåll minskar normalt andelen avhjälpande underhåll. Är man riktigt väl framme med sitt förebyggande underhåll bör cirka 25 procent av arbetsinsatsen ligga på FU och resterande 75 procent på AU. Av det avhjälpande underhållet i sin tur, bör arbetsinsatsen för det planerade, ligga på cirka 80 procent och resten på oplanerat. Det innebär att av allt underhåll, bör högst $0,75 \times (1 - 0,8)$ eller 35 procent vara oplanerat.

Ett sätt att öka den *planerade* andelen, är att arbeta mer med *indirekt* förebyggande underhåll, d v s genom inspektioner. Mer indirekt förebyggande underhåll förändrar kanske inte andelen avhjälpande, *men* bidrar till att förskjuta det avhjälpande underhållet från oplanerat till planerat.

För närvarande ligger inom sågverken sannolikt över 90 procent av underhållskostnaderna på avhjälpande underhåll.

I takt med att konjunkturerna svänger kan produktionsanläggningen belastas mer eller mindre hårt, för att få ut maximalt täckningsbidrag. Man glömmer då lätt att en hårt driven anläggning behöver mer (förebyggande) underhåll, samtidigt som tiden för att komma åt med detta minskar, dels genom att antalet haverier som kräver akut underhåll ökar, dels genom att anläggningen sällan eller aldrig blir avställd för översyn.

Man kommer då in i en ond cirkel som snarast leder till minskad tillgänglighet med lägre produktion och täckningsbidrag, i motsats till det önskade. Underhållssidan känner sig otillräcklig och begär mer resurser, när det i stället troligen vore bättre att införa vissa stoppdagar för förebyggande underhåll. Detta kommer emellertid inte att ge någon omedelbar effekt på tillgänglighet och producerad kvantitet. Den senare kommer snarare att i ett inledningsskede gå ned. Kanske först efter ett halvår kan kurvorna börja peka uppåt igen. En sådan här nyordning kräver därför att företagsledningen tror på den och har "is nog i magen" för att vänta ut resultatet.

På ett sågverk har man för de tre hyvellingarna infört var sin stoppdag per månad. Då utförs i förväg planerat underhåll. Genom ett sådant förfarande fick man ned de totala stopptiderna.

Om man utnyttjar de "underhållsfönster" som ändå av produktionstekniska orsaker finns, därför att man har vissa uppehåll i produktionen, kan man i det enskilda fallet nedbringa stilleståndskostnaderna på underhåll till 0:- kr. En förutsättning för att man skall kunna utnyttja "fönstren" är emellertid, att man arbetar med indirekt förebyggande underhåll i form av inspektioner och sedan planerar sitt avhjälpande underhåll med ledning av dessa.

Sammanfattningsvis kan man således använda tre olika principer för underhållet. Var och en av dessa skall brukas när den passar bäst:

- tillståndskontroll
- programmerade utbyten
- "kör till haveri".

Med hänsyn till befintliga underhållsresurser tvingas man också att göra en prioritering mellan de olika typerna av underhåll. Ordningen blir då:

1) avhjälpande, 2) förebyggande och 3) förbättrande.

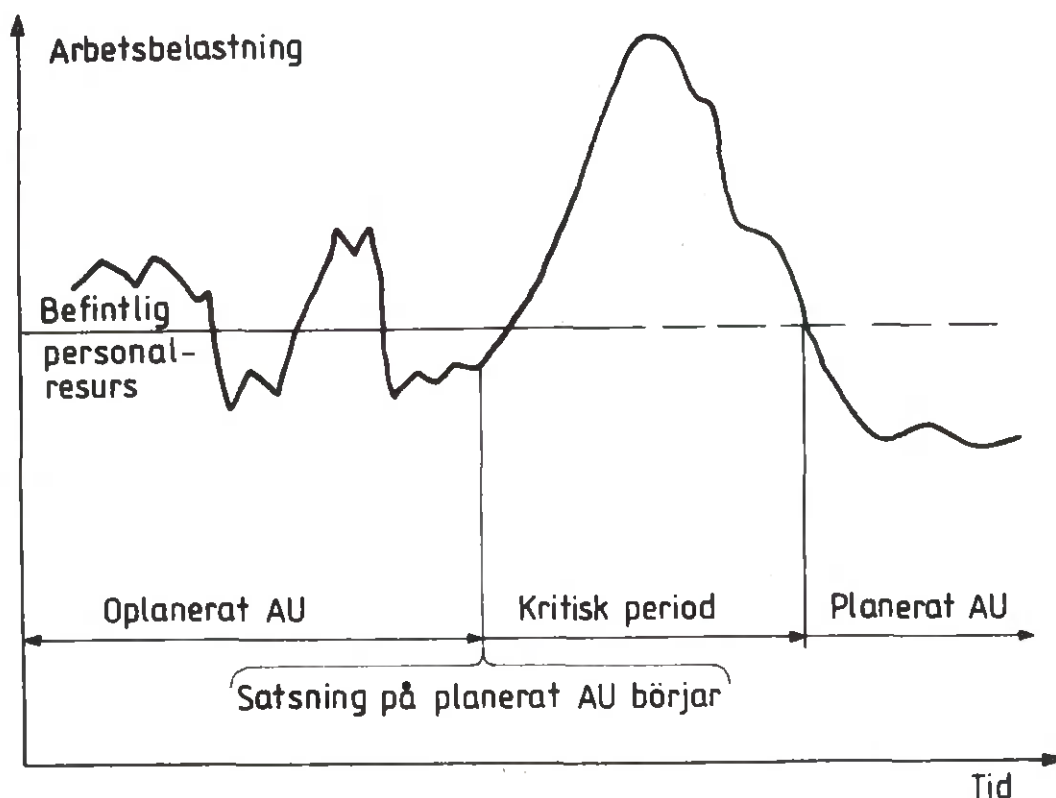
När lösningen valts och erforderliga resurser har beräknats, återstår en planläggning av underhållet innan man övergår till genomförande.

9.3 En kritisk period

Vid en övergång från i stort sett enbart oplanerat, avhjälpande underhåll till en satsning på planerat sådant, kopplat med förebyggande underhåll, passerar man genom en tidsperiod som man brukar kalla "den kritiska". Under den perioden, när man förutom det ordinarie arbetet, även skall göra en extra ansträngning för att komma in i en ny ordning, behövs ett tillskott av resurser. Detta kan bestå av att man

- i högre grad engagerar operatörerna
- tar till övertid
- hyr in resurser.

Nedanstående diagram illustrerar belastningen på underhållets personalresurser, före under och efter den kritiska perioden.



Figur: Vid övergång från i huvudsak oplanerat underhåll till ett mera planerat sådant, genomgår organisationen en kritisk period, för att sedan kunna fortsätta med en jämnare arbetsbelastning på en genomsnittligt lägre nivå.

9.4 Övergång till förebyggande underhåll i praktiken

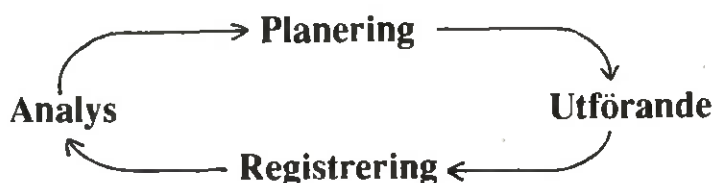
Vi har hittills gått igenom en rad definitioner och med några exempel visat på betydelsen av ett riktigt upplagt underhåll. Det avgörande är dock hur man i praktiken skall handla, för att komma över till en situation där man har en större andel planerat och förebyggande underhåll. Ett vanligt sätt att börja är att metodiskt angripa de 3 à 5 felkällor som ligger överst på en 10-i-topp lista. Man kallar det "störningsbekämpning". Avsikten är givetvis att först sätta in det förebyggande underhållet där det gör mest nytta.

Hela tiden måste man dock göra avvägningar beträffande de resurser som krävs för att uppnå denna nytta och sannolikheten för att man skall få acceptans för den föreslagna åtgärden, i det fall t ex ändrade rutiner är en del i sammanhanget. Allt eftersom man har kapat de mest uppenbara topparna, vad gäller stopp och driftstörningar, blir det mer och mer fråga om ett "finlir" som kan gränsa till målmedveten gnetighet. För att i det läget komma vidare, blir det, vid en viss storlek på verksamheten, nödvändigt att skaffa någon form av administrativt hjälpmedel.

Underhållssystem

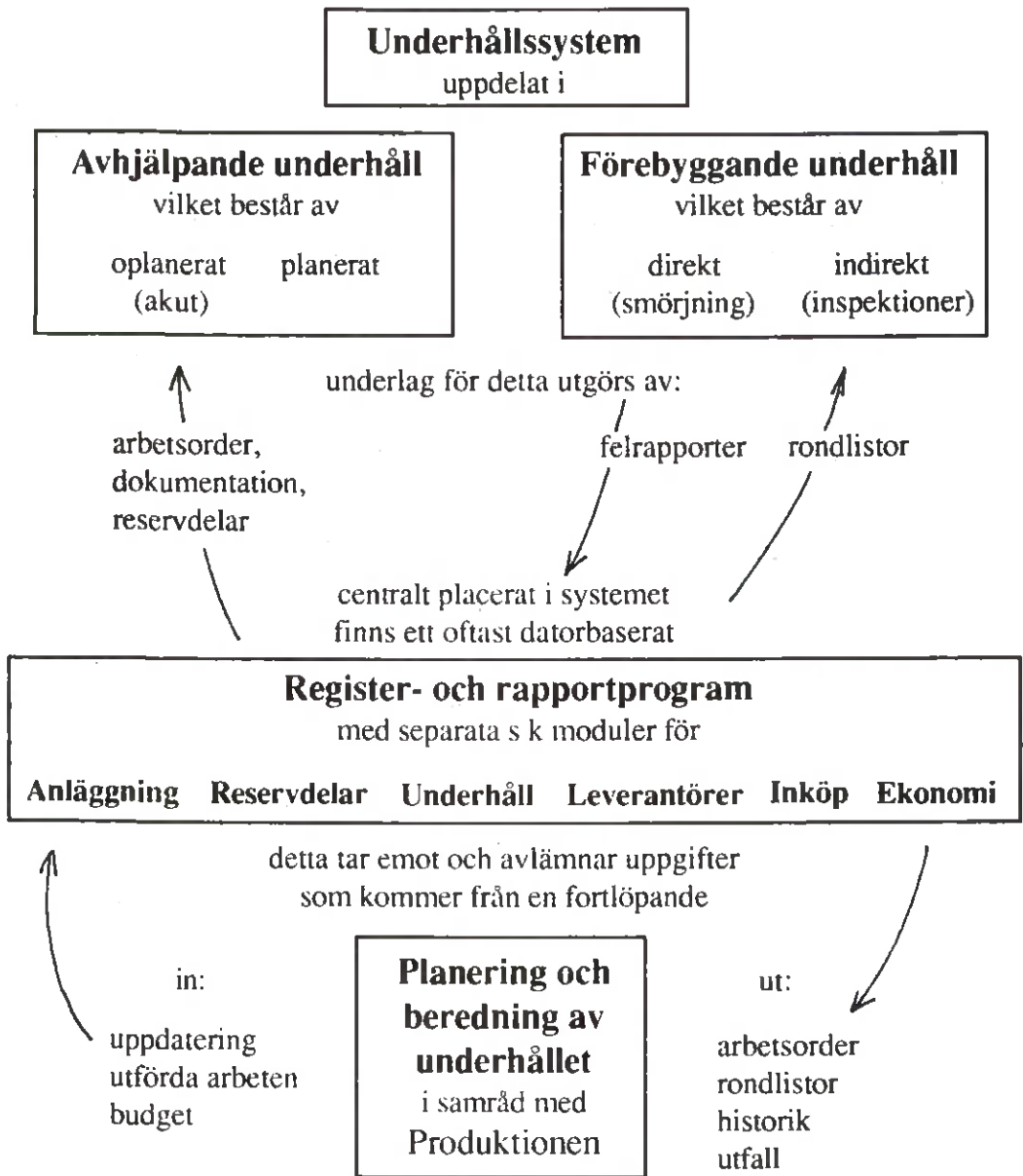
På ett sågverk med all den utrustning, som man har där, finns det flera tusen punkter som skall inspekteras under loppet av en ett-års eller tre-års period. Detta går inte att hålla i huvudet på ett gripbart sätt. Man behöver någon form av system för att hålla reda på allt som bör och skall göras.

Vi har för allt underhåll en grundläggande cykel som brukar tecknas så här:



För att underhållsarbetet skall fungera och kunna utvecklas, måste denna cykel vara "sluten", d v s alla delarna skall finnas där.

En utförligare bild av ett underhållssystem som innehåller dessa moment och därtill vissa kompletterande delar eller hjälpmedel, skulle kunna illustreras så här:



Man brukar säga att det måste föreligga vissa rutiner inom underhållsarbetet, innan det är någon idé att systematisera det och att därför ett manuellt system skulle vara det bättre sättet att införa sådana rutiner. Men faktum är att man idag inte installerar många manuella system. Väljer ett sågverk att systematisera sitt underhåll, bör det från början vara inriktat på datorisering. Denna kan dock ske successivt.

Har man i det läget inga eller oklara rutiner för sitt arbete, kommer givetvis den ovan nämnda "kritiska perioden" att bli ännu mer arbetsam, eftersom en systematisering i sig själv kommer att kräva åtminstone vissa rutiner för att den skall ge något igen. Valet står då ytterst mellan att fortsätta att lita till "haverihjälten Tarzan" som kommer svingande med svetskabeln, när det blir tvärstopp, eller att gå in för att i högre grad planera underhållet med hjälp av bl a förebyggande åtgärder.

Väljer man det senare är det emellertid en fråga om att få med *hela företaget* på den linjen, från företagsledning, inköp, driftsledning, operatörer till den egna underhållsavdelningen.

Ett sätt att börja

Men en del kan man givetvis som underhållsman börja med, för att känna på det hela och visa att man menar allvar. Ett par exempel på detta är:

Rondlistor som upprättas per yrkeskategori (kompetensvis) och för en viss period med inspektion en gång per vecka eller per månad. De skall ta upp all inspektion som kan göras under drift och de bör upprättas så, att rondens gång går på ett naturligt sätt i produktionsflödets riktning. Finner man på en sådan rond något fel eller en begynnande driftstörning, skall det antecknas för senare åtgärd. Ett registersystem underlättar därvid att sådana anteckningar blir gjorda och lätt kan återfinnas och sammanställas.

FU-kort som innehåller åtgärder (arbetsorder) vilka endast kan utföras under stopp. En sådan åtgärd kan även vara en inspektion. Dessa kort sätts upp efter inplanerade stopptillfällen, "underhållsfönster" och yrkeskategori eller kompetens. Även här skall givetvis upptäckta fel resultera i en felrapport av något slag.

Sådana här inspektioner kan läggas upp på flera olika sätt. Normalt bör den som inspekterar, vara en på området kunnig och erfaren person, eftersom det oftast är fråga om en subjektiv kontroll. Men man kan också försöka få med operatörerna. Ofta är det smörjaren, om man har en sådan, som samtidigt får utföra inspektion. Det kan på kort sikt vara en fördel med att ha en och samma person som inspekterar, han "känner igen" anläggningen och inspektionen kan lättare göras sammanhängande så att inget glöms bort.

Men på sikt kan det vara en fördel att involvera flera, speciellt mot bakgrund av att ett förebyggande underhåll till sist måste bli hela företagets angelägenhet. Det är emellertid viktigt att ansvaret för det förebyggande underhållet alltid ligger hos den förman eller arbetsledare, som (inom samma område) svarar för det övriga underhållet. Rapportvägen mellan förebyggande och planerat eller avhjälpande underhåll skall kortast möjliga.

9.5 Sammanfattning

Ett försök att sammanfatta det hela blir då följande:

- 1) "Känn av" situationen och fastställ om det finns ett behov av ett FU-system. Det måste finnas ett sådant behov i form av förväntade ekonomiska vinster eller andra fördelar. Om JA, gå vidare, fortsatt annars som vanligt.
- 2) Fastställ ramen på projektet. *Det måste ha företagsledningens välsignelse och aktiva stöd.* Systemet och organisationen kring detta skall vara anpassat till människorna i anläggningen.
- 3) Målsättning, uppläggning och organisation kring införandet skall diskuteras med **alla** berörda parter, innan man går igång med införandet. Beskriv (skriv ned, fastställ det aktuella läget).

Utbilda och informera personalen i god tid innan FU-systemet införs. Det bygger på vissa fasta rutiner och förutsätter att man är med på dessa, även om det synliga resultatet av insatsen kan dröja med att komma.

- 4) Bilda en projektgrupp för att förbereda och genomföra en installation av FU. I denna skall (representanter för) alla inblandade ingå: platschef, operatörer, underhållspersonal etc. Någon (som verkligen känner för uppgiften och helst är en eldsjäl) måste utses till projektledare. Denna grupp bör träffas 2 à 1 gång per månad. Ibland kompletterar man den med en särskild FU-grupp.
- 5) Upprätta en tids- och aktivitetsplan. Detta är viktigt för att projektet, som till sin karaktär skall vara avgränsat i tiden, inte skall flyta iväg in i oändligheten.

Planera för den kritiska perioden. Se till att nödvändiga resurser finns. Installera FU, avdelning för avdelning och tag endast med viss väsentlig utrustning i början. Begränsa omfattningen till det som är viktigt och meningsfullt. Det som kan kännas som "ett berg" kan bara erövrats genom att man systematiskt delar upp det i bitar.

- 6) Upprätta en struktur för organisationen kring det hela och hur informationen skall gå. Här finns många varianter, men vissa grundläggande regler bör följas.
- 7) Beskriv innehållet i underhållssystemet. Bestäm antalet nivåer i organisationen och eventuella kopplingar till ekonomi och administration i övrigt.

9.6 Underhållets organisation

Omfattning, planering och fördelning

Underhållsarbetet kan uppdelas i underhåll av maskinutrustning och fastighetsunderhåll. Det senare behandlas dock inte här. Maskinutrustningen i sin tur kan delas upp i fast installerad maskinpark och fordon. Sättet att organisera det sammantagna underhållet för dessa två delar varierar från sågverk till sågverk. I en del fall skiljer man ut fordonen från övrig utrustning, i andra fall inte.

I flera fall har man försökt få förarna att utföra visst rutinmässigt underhåll på truckar och lastare. Lika ofta har man emellertid lagt ut detta underhåll på någon helt utomstående, för att vara säker på att det blir utfört. Det tycks som om den senare lösningen är vanligare om sågverket ligger på en plats, där konkurrens råder om arbetskraften. Andra anser att detta blir för dyrt och utför underhållet på fordonen med egna reparatörer.

Att arbeta med underhåll, är en attitydfråga för individen. Reparatörer är en viss sorts människor, som är på en gång tekniska och serviceinriktade. De måste vara flexibelt inrättade, både vad avser arbetet och familjelivet. Barnpassning, etc, skall med kort varsel kunna ordnas för kvällar och helger. När oplanerade driftstopp inträffar, förväntar sig driftsidan att underhållspersonalen skall komma direkt.

Avtal som går ut på att leverera (de sågade) varorna "just in time", innebär att oplanerade driftstopp på grund av "att grejorna går sönder" är ännu mer ovälkomna än förut. Detta innebär ett extra stressmoment för såväl operatörer som reparatörer.

Vidare får reparatören ofta först sent på dagen meddelande om ett fel som funnits sedan morgonen eller en längre tid. Då måste han oförberedd stanna kvar och åtgärda detta, vilket medför större svårigheter att utföra arbetet, som blir helt oplanerat och kanske också störningar i privatlivet, som skulle kunnat undvikas, om han fått beskedet i mera god tid.

Detta kan möjligen bero på att reparatören ifråga är svår att nå, men finns det en kommunikationsradio, bör man använda sig av den och inte vänta med beskedet eller springa omkring och leta efter reparatören eller motsvarande. Det är givetvis en fördel om det finns något centralt ställe, till vilket man spontant kan rapportera uppkomna fel eller behov och där de systematiskt noteras. Ett företag i elektronikbranschen med cirka 100 anställda, låter nu den som sitter i företagets reception också administrera (det datorbaserade) underhållssystemet. Det tar henne sammanlagt omkring en halv dag i veckan.

Hur skall reparatörerna kunna göra sig förstådda hos företagsledningen och när skall man egentligen få tid att träffas för samtal kring underhållet?

Underhållsfolket bör vara de första att förstå underhållets roll i företaget och lära sig att argumentera för detta, på ett sätt som företagsledningen kan förstå. Företagsledaren är oftast ekonom, medan underhållsmannen är tekniker.

Underhållsavdelningen skulle kunna göra ett avtal med företagsledningen, som går ut på att om man får produktionsuppehåll för en viss linje med, säg, en dag per månad, så garanterar man att tillgängligheten där skall öka med eller till "X" procent. Det förutsätter bl a ett objektivt och av "parterna" accepterat sätt att mäta tillgängligheten på, d v s att mäta stopptider.

Ledningen för driften ansvarar normalt för cirka 20 procent av underhållet. Hur mycket av underhållet man kan lägga på driftpersonalen, beror dock på vilka övriga sysslor, förutom ren drift, som dessa är tilldelade. I ett verk börjar t ex sågoperatörerna en halvtimme före övrig personal med att starta huggen, sträcka upp band på sågarna, etc. Det skulle troligen inte gå, att i det läget be dem smörja maskinerna också.

Underhållsberedning är bl a beredskapen att ta hand om och underhålla nyinköpt utrustning. Det kan vidare vara en genomgång av hela anläggningen, med en utvärdering av de troliga vänte- och reparationstiderna för olika slag av haverier. Detta kan leda fram till en plan över var man i första hand skall sätta in förebyggande underhåll och hur man skall gardera sig mot – alternativt handla vid – allvarligare typer av driftstopp. Det kan vidare leda till att man observerar och bestämmer sig för att göra något åt alla frekventa småfel.

Större underhållsatsningar, vilka oftast skall utföras under sommaren, bör planläggas tidigare av företagsledningen, så att besked angående dessa kan komma till underhållsavdelningen i januari/februari och inte, som nu ofta sker, först i maj.

Man har på de flesta verk sammanträden för planering varje vecka. Vid dessa bör också underhållet planeras, inklusive byten av maskindelar och komponenter.

Det är ofta under kvällar och veckoslut eller helger som underhållspersonalen känner att den får någonting gjort med sitt arbete. Inför dessa tider kan man planera och riskerar då inte heller att bli avbruten av nya påkommande uppgifter. En sådan inställning visar att andelen oplanerat underhåll är för hög.

Det utgör ofta ett problem för ledningen av underhållet att hålla sig underrättad om vad som har gjorts och följa upp arbetet, speciellt när detta utförs under kvällar och på helger.

I något fall hade man prövat en uppföljning med hjälp av skrivna arbetsorder. Man hade dock inte hållit på tillräckligt länge och konsekvent för att kunna se nyttan med dessa och därför tröttnat på "lapparna". Förmodligen var denna insats inte heller kopplad till en företagsgemensam strävan, att komma över till en större andel förebyggande och planerat underhåll.

Grundläggande rutiner. Städning och rengöring

Ett viktigt första led i en sådan övergång är städning och rengöring. Underhållspersonalen har i något fall ställt frågan om städning på platsen före ett underhållsjobb på sin spets och sagt att man inte börjar med arbetet förrän driften har städats. Det ledde då till att det varken var städats eller reparerat, när produktionen skulle igång nästa dag.

Det tycks vara en relativt vanlig åsikt hos underhållspersonal, att "driften" inte kommer dem till mötes i den utsträckning som man förväntar. Detta kan bero på, att man inte i erforderlig omfattning har givit sig tid att klarlägga utformning och fördelning av grundläggande rutiner. Genom den fortgående personalminskningen på framför allt driftsidan, finns nu också relativt sett färre personer där, för att ta hand om vissa uppgifter som man kanske förut klarade "vid sidan om". Samtidigt har underhållsavdelningen genom automatiseringen av utrustningen fått en mer komplex sådan att ta hand om. Så länge som denna är förhållandevis ny, kan man klara detta utan extra resurser. Men när anläggningen närmar sig slutet av sin teknisk/ekonomiska livslängd, går det inte längre.

Tekniken i maskinerna har blivit så komplicerad, att en äldre operatör kan börja känna sig främmande för den. Detta kan då resultera i att han vid ett stopp lämnar sin plats, därför att han inte längre känner sin utrustning på ett sätt som gör det meningsfullt för honom att stanna kvar och invänta reparatörens ankomst. Den senare har då ingen hjälp av operatören inför sin felsökning/felanalys. Det är speciellt inför den "osynliga" elektroniken, som äldre reparatörer på detta sätt kan "stegra" sig. Den här reaktionen kan förekomma, trots att man har ett gemensamt premiesystem.

Allt detta kan innebära att den informella struktur för kommunikation och fördelning av arbetet, som fanns sedan tidigare, inte längre fungerar. Driftsäkerheten eller "flytet" beror också i hög grad på den enskilde operatören. Denne måste vara observant och klipsk, men samtidigt ödmjuk nog i sin inställning, för att kunna ändra på det som han gör mindre bra.

Vid ett sågverk hade man i två år väntat på en utveckling till det bättre, hos en av operatörerna. När denna uteblev, beslöt man sig för att omplacera honom, ett besked som han besvarade med att säga upp sig. Kanske väntade man i detta fall för länge, med att ta itu med det man tydligen ansåg otillfredställande.

När man är ett gäng på en arbetsplats, där de flesta går in för att jobba till 110 procent, men några individer ställer sig utanför, finns det till sist en risk för att de drivande också tappar gnistan. Speciellt i kärvare tider är det viktigt att alla i tid inser, att det gäller att ställa upp. Det finns ett exempel från en mindre ort där ett företag skulle läggas ned. Det verkade då som om de anställda, först när man kom och monterade ned maskinerna, kunde fatta att företaget skulle avvecklas.

Mot bakgrund av att antalet operatörer relativt sett blir allt färre, att underhållet gärna arbetar på dagtid – då det också är lättare att få tag på materiel och extern hjälp – och att elkraften är billigare på natten föreslogs i en av de ovannämnda underhållsgrupperna att produktionen under åtminstone några dygn per månad eller kvartal skulle förläggas nattetid.

Förslaget – om än inte helt allvarligt menat – är dock en tankeställare.

Skiftgång

Ett steg på den vägen har prövats vid ett verk, där man hade övergått till produktion från 1 skift x 8 timmar, till 2 skift x 6 timmar och då fått större lönsamhet. Kostnaden eller in-täktsbortfallet för de två borttagna timmarna (i åttatimmarsskiftet) har då fördelats lika mellan företaget och de anställda. De anställda som då emellanåt tar ett kvällsskift kan troligen erhålla viss lönemässigt kompensation via skifttillägg.

En annan sorts rivalitet, som kan drabba underhållet, är den som ofta föreligger mellan de olika skiften vid skiftgång. Normalt är inte skiften jämspelta vad avser produktionsresultatet. Det "sämre" skiftet är det som ofta "får ta hand om skiften" och därför erhåller lägre tillgänglighet. I elakartade fall kan denna rivalitet t o m leda till sabotage. Denna typ av motsättningar tycks dock oftare förekomma mellan representanter för den äldre generationen än hos de yngre.

Vid traditionella åttatimmarspass måste man p g a underbemanning eller skiftgång för driften ofta "arbeta på övertid" med underhållet. Detta kan innebära reell övertid, men också en förskjutning av arbetet mot tider, som enligt avtal är speciellt ersättningsberättigade, genom kvalificerad övertidsersättning. Koncernen ABBs nya medarbetaravtal avser inte att på samma sätt utgå från låsta tider för när en arbetsuppgift utföres, utan i stället att – genom en varierande och flexibel förläggning av arbetstiden – fördela resurserna av arbetskraft till de tider då de bäst behövs.

Med nuvarande system måste produktionschefen vid ett av sågverken redan i maj söka tillstånd för det kommande budgetårets (1,7 – 30,6) övertidstimmar.

Heta arbeten, svetsarbeten och liknande

Rutinerna för s k heta arbeten har skärpts efter de senaste årens många sågverksbränder. Det innebär bl a att driften inför erforderliga svetsarbeten bör städa och förbereda genom att ta fram svets- och annan behövlig utrustning samt ordna med svetstillstånd och svetsvakter.

Inga svetsjobb bör heller göras efter kl 22.00 om det inte är absolut nödvändigt. De som bor närmast sågen brukar få ställa upp som "patrullerande brandvakter" efter ett svetsjobb och besöka sågen t ex kl 21.00 och 23.00, eller enligt överenskommelse.

Geografisk närhet. Separat eller integrerat

Ett sågverk kan uppta en avsevärd yta med verksamheten utspridd på ett flertal byggnader. Det innebär att den geografiska aspekten, d v s vikten av att underhållspersonalen finns nära till hands, kan rycka i förgrunden vid underhållets organisation. På ett sågverk, där underhållsverkstaden ligger relativt långt bort från såghuset, har man "utlokaliserat" två

reparatörer, som under dagtid går tillsammans med driften. Detta hade förbättrat tillgängligheten på sågen med ett par procent. På en annan såg frigjorde man en reparatör per skift, som följde driften och hade samma del i premien som denna.

Normalt har ett sågverk inte större underhållsavdelning än att samverka med produktionen blir naturlig. Med en ökad andel planerat och förebyggande underhåll och speciellt när operatörerna i högre grad engageras i underhållet, kan man dock behöva se över rutinerna för en sådan integration.

Arbetsinnehåll. Arbetsrotation

Reparatörernas arbete skiftar mellan att reparera akut, göra förebyggande underhåll och bygga nytt. Man har därvid en viss arbetsrotation för att fördela de olika typerna av arbeten mellan reparatörerna. En sådan arbetsrotation ställer stora krav på arbetsledningen, när den tvingas förklara ett arbete flera gånger för olika individer.

Man kan diskutera om det lönar sig att bygga själv, men en fördel som anfördes var, att sannolikheten för att det fungerar som avsett vid igångsättning, är högre vid hembyggen. Större nybyggnader läggs dock ut på entreprenad.

Semesteruppehåll

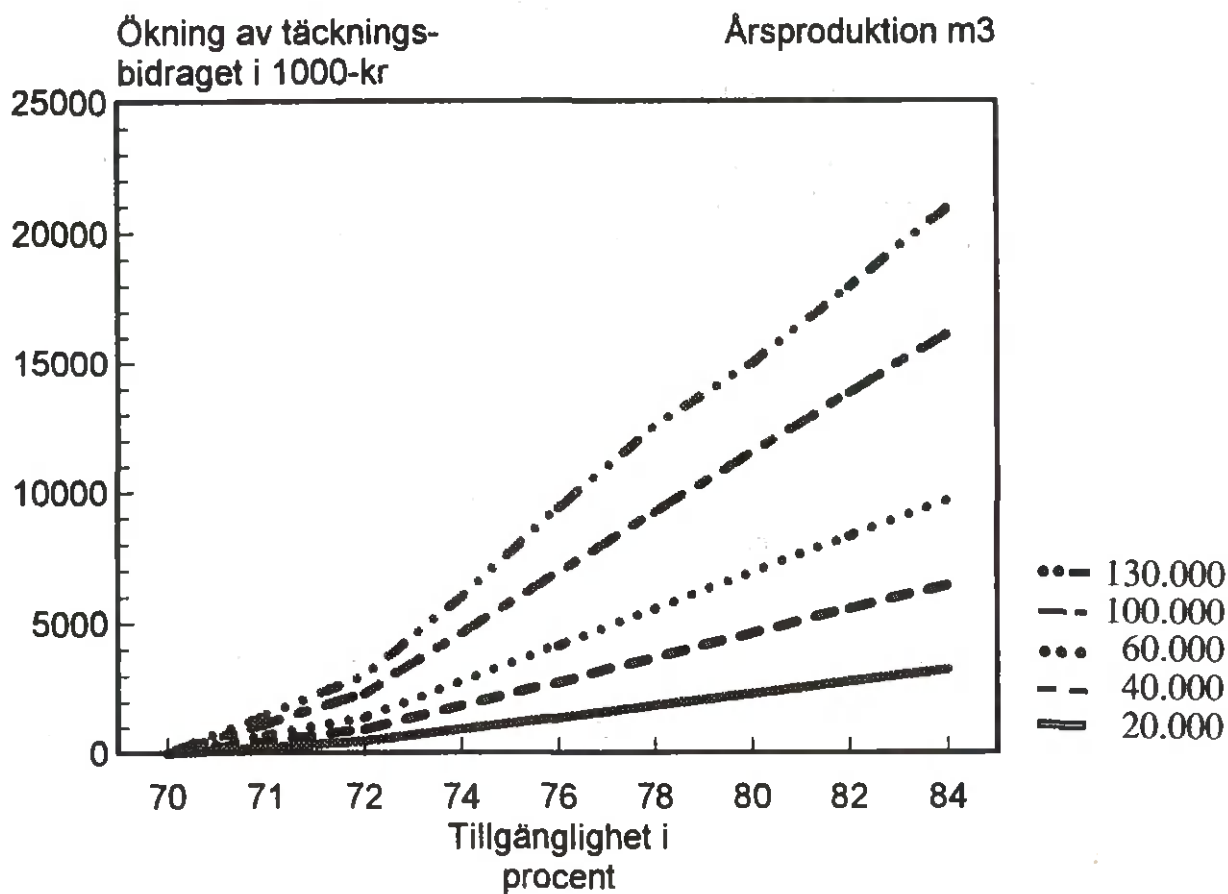
Underhållsmässigt är augusti den besvärligaste månaden. Då har man gjort en mängd underhållsåtgärder under semesteruppehållet, varav normalt de flesta men inte alla har lyckats. De senare förorsakar då vissa inkörningsstörningar. Därtill kommer att utrustning som inte varit i drift och inte rörts under en period ändå kan haverera när den tas i drift igen. Så är det t ex med kilremmar, som har en tendens att gå av under den första produktionsveckan efter semestern.

Vidare är operatörerna litet "ringrostiga" efter semestern. Därtill kommer att man vanligen har tömt lagren av färdiga produkter genom massiva utleveranser på försommaren. Produktionen har därför nu ett tryck på sig att snabbt fylla dessa igen.

Möjligen skall man förlägga delar av det förebyggande underhållet till någon annan period än under sommaren. Man bör även undersöka möjligheterna att provköra de delar av anläggningen som genomgått större underhållsåtgärder, innan full produktion tas upp igen.

På grund av de störningar som alltid uppstod vid idrifttagandet, började man vid ett sågverk att provköra de genomgångna delarna under sista fredagen på semestern. Eftersom man då märkte att man fick hålla på att efterjustera över veckoslutet, har man flyttat provkörningen till torsdagen istället. Då har man en dag till på sig att justera.

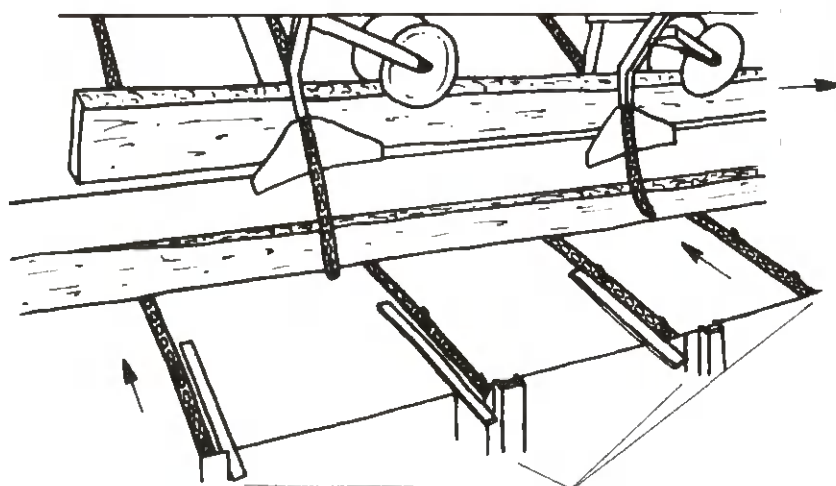
Efter ett semesteruppehåll har man i allmänhet mycket el-fel p g a korroderade kontakter och fukt i elskåpen. Bland övriga feltyper kan nämnas, (styr-)datorfel samt fel på trycklufts- och hydrauliksystem.



Figur 14. Sambandet mellan tillgänglighet och täckningsbidrag vid olika storlekar på årsproduktionen så som det framgår ur räkneexemplet på sid 30–36.

Avslutningsvis tar vi ett exempel ur verkligheten, hämtat från en av underhållsgrupperna.

Vid ett sågverk hade man ibland störningar med transporten av de brädor, som avskiljdes från blocket vid första reducerbandsågen. En tvärtransportör bestående av fyra kedjor försedda med medbringarklackar, skulle lyfta upp brädorna på en längstransportör, som ledde bort till kantverket. Dessa kedjor kom ibland i "otakt" med varandra och brädorna brötade ihop sig med ett stopp som följd.



Kedjetransportörer

Figur 15. Skiss av blocktransportören med den underliggande tvärtransportören och dess kedjor.

Genom att vid ett planerat längre produktionsstopp sätta 2 man i 4 dagar, att åtgärda detta med hjälp av nya kedjor "och litet plåt" erhöll man följande resultat.

Innan åtgärden hade man ungefär två stopp per dag, vilka varje gång tog reparatören 5 minuter att åtgärda. Sedan åtgärden vidtagits, hade man efter två veckor haft ett stopp på 2 minuter. Man kör i enskift om 1 800 tim/år.

	Före åtgärd (timmar)	Efter åtgärd (timmar)
Tid mellan fel	2 ggr/dag = 4	1 gång på två veckor = 80
Tid att åtgärda fel	5 min = 5/60	2 min = 2/60
A =	$\frac{4}{4 + \frac{5}{60}}$	$\frac{80}{80 + \frac{2}{60}}$
A =	0,979	0,999

Skillnaden i tillgänglighet (A) sett över ett helt år blir då

$$(A_{\text{efter}} - A_{\text{före}}) \times 1.800 = (0,999 - 0,979) \times 1.800 = 36 \text{ tim/år.}$$

För sågverket motsvarar det en produktion av cirka 1.000 m³. Förutom den tidsvinst som en sådan åtgärd innebär, kan man många gånger också vinna genom mindre antal kassationer.

Om man gör en enkel kostnads/intäktsanalys på ett sådant här arbete, skulle den kunna se ut så här:

Kostnader

1) Arbetskostnad

2 man 4 dagar à 8 tim à 250:- kr/tim ger 16.000:-

2) Materialkostnad, säg 4.000:- = summa 20.000:-

Intäkter

Om man räknar med ett täckningsbidrag på 500:- m³/sv, erhålles 1.000 x 500 = 500.000:-

Med detta sätt att räkna har åtgärden betalat sig på $\frac{20}{500}$ år eller två veckor.

10. UPPHANDLING MED HÄNSYN TILL UNDERHÅLL

Detta avsnitt är till stor del baserat på de diskussioner som förts i Underhållsgrupperna, med deltagare från sammanlagt fjorton sågverk och i ett par fall med representanter från maskintillverkarna närvarande. Underhållsgrupperna består av (drifts- och) underhållsansvariga samt reparatörer. Därtill kommer de längre intervjuer som gjorts vid några sågverk.

Materialet är en tolkning av de många gånger personliga synpunkter, som på detta sätt kommit fram. Det har däremot visat sig svårare att få konkreta synpunkter från sågverkens företagsledningar. Vår förhoppning är emellertid att det som här presenteras skall kunna leda till en fördjupad dialog mellan dessa, underhållspersonal samt maskintillverkare.

10.1 Reparera gammalt eller köpa nytt?

Den första fråga, som bör komma upp inför talet om en eventuell nyanskaffning, är om den är nödvändig med hänsyn till anläggningens status (kondition) och om den är möjlig med hänsyn till befintliga (ekonomiska) resurser. Underhållsavdelningen skulle i det läget kunna ge sina uppdragsgivare, företagsledning och drift, en lista med förslag till olika ambitionsnivåer som man kan lägga åtgärderna på, beroende på var i produktionslinjen man har den aktuella störningen och hur stor den är.

Dessa skulle kunna vara ungefär följande:

- 1) smärre, oftast oplanerade, stopp som kan "åtgärdas med spett"
- 2) oplanerade eller planerade stopp på ett par timmar kompletterade med viss liten anskaffning
- 3) planerade stopp på en vecka och en något större anskaffning
- 4) ersättningsutrustning eller nybyggnad
- 5) ny teknik

De översta åtgärderna innebär inga större omkostnader, men kan ändå ge en viss ökad tillgänglighet och därmed ett ökat täckningsbidrag. Genom att då satsa på det slaget av åtgärder, kan man undan för undan "spara ihop" till större framtida anskaffningar i form av investeringar. Hela tiden förs en strategisk diskussion om var den största nyttan i förhållande till insatsen står att finna, genom att jämföra ökad produktivitet via förbättrande underhåll med räntabiliteten hos alternativa nyinvesteringar.

10.2 Kravspecifikationer, checklistor, budget

Man bör inom sågverksföretaget ha en viss framförhållning vad gäller utformningen av kommande investeringar. Därvid gäller det att tänka sig in i (visualisera) framtida förändringar och med hjälp av till exempel checklistor föra fram vissa grundläggande egenskaper, som man önskar föreskriva hos den blivande anläggningen. I sådana situationer kan modern projekteringsteknik med CAD eller motsvarande visa sig vara ett förträffligt hjälpmedel.

Till grund för en förfrågan eller en beställning bör under alla förhållanden ligga en kravspecifikation, vilken återigen blir lättare att ta fram om man har någon form av checklista att gå efter.

Upphandling eller inköp av ny utrustning kräver idag en bredd och en detaljkunskap, som en person inte rimligen kan besitta ensam. Det är t ex idag mer komplicerat än tidigare att få de rätta komponenterna för den utrustning som anskaffas. För vissa fabrikat kan exempelvis leveranstiderna för reservdelar bli så långa, att det kan vara tveksamt att hålla fast vid det fabrikatet.

Som ett exempel där val av högre kvalitet på en komponent kan var motiverad, nämndes koniska kullager. Dessa kan förefalla dyra vid inköp, men de koniska lagren är motiverade mot bakgrund av de många "billiga" lösningar med andra typer av lager, som ofta förekommer.

Man behöver mer utbildning och stöd för att bli en bra beställare. En checklista för specifi-

cering av en hydraulikanläggningar, som presenterats i underhållsgrupperna, är ett bra exempel på sådant "inköparstöd" /21/.

Å andra sidan kan ett alltför stelbent fasthållande vid detaljerna för en viss företagsstandard, inom t ex en koncern, lätt leda till en onödigt dyr anläggning, utan att ytterligare kvaliteter för den skall förs till.

Frånsett de stora sönderdelningsmaskinerna är maskintillverkare en rätt heterogen grupp bestående av både små och stora företag, både seriösa och etablerade samt en del svagare eller mindre kunniga. Sågverken har som beställare inte förmått att utbilda eller gallra i denna grupp.

En maskintillverkare som tidigare inte velat ha hårt styrda avtal i samband med en upphandling, har börjat att tänka om på den punkten. Man vill numera i detalj klarlägga vad leveransen skall innebära, d v s vad den nya anläggningen skall klara av samt också fästa detta på papper.

Bäst är det om "ribban för förväntningarna" på den blivande anläggningen ligger lika högt sett från både köpare och säljare.

En tillverkare av transportutrustningar och sorteringsverk ifrågasatte den vikt, som man vid en upphandling från beställarens sida ofta lägger vid den mera momentana kapaciteten, under t ex ett skift. Om man då för en råsortering kräver en kapacitet på 80 bitar/ min, baseras det kanske på två kantverk, med 35 bitar/min från vardera och 10 bitar/min från utbytet. Under hur många skift per år levererar tillhörande sönderdelning verkligen detta antal?

Skulle man inte för de få gånger detta inträder, kunna låta råsorteringen vara en flaskhals och istället inrikta sig på att skaffa en anläggning för denna, som hade en lägre momentan kapacitet men istället en högre tillgänglighet sett över hela året och därmed högre årskapacitet?

På detta svarades att man, vid en revidering av produktionslinjen, gärna skaffar sig litet extra kapacitet för den del som byts ut, dels för att detta är ett sätt att gradvis växa sig större, dels för att man vill ha en möjlighet att periodvis kunna köra ikapp övrig produktion.

I detta sammanhang kan det dock vara befogat, att återigen peka på den avgörande betydelse som tillgängligheten har för det ekonomiska utbytet enligt definitionen:

$$\text{Effektivitet} = \text{Kvalitet} \times \text{Takt} \times \text{Tillgänglighet}$$

Frånsett det fall att en del av ett sågverk byggs upp efter en brand, sker ofta moderniseringar genom att en linje i en befintlig byggnad byts ut. Det är ju i första hand maskinutrustningen, man vill förnya. Byggnaden kring denna får komma i andra hand.

Moderna såghus- och justerverksbyggnader tenderar att bli "ett skal" kring maskinutrustningen. Man bör emellertid inte i så hög grad anpassa byggnaden efter den nu aktuella utrustningen, att man förlorar den framtida flexibiliteten. Maskinutrustningen kanske skall skrivas av på tio – femton år, medan byggnaden skrivs av på trettio à fyrtio år. Det motiverar en förhållandevis högre anskaffningskostnad för byggnaden, om man därmed kan uppnå bättre produktionsförhållanden och större flexibilitet för framtiden.

I ett fall hade man bl a av den orsaken från början projekterat att bygga såghuset med betongstomme. Den ger ett stumt bjälklag med möjlighet till stora spännvidder och färre bärande pelare i undervåningen, vilket bl a underlättar städningen och givetvis ökar flexibiliteten vid placering av transportörer etc.

Men livet är kantat av goda föresatser och när det sedan blev aktuellt att bygga, kunde betongalternativet inte förverkligas fort nog, varför man frångick detta och bytte till stålstomme. En sådan stomme klarar i och för sig de eftersträvade spännvidderna lika bra som en av betong, men med hänsyn till maskinernas inställning och fixering måste man nu placera fler pelare under själva såglinjen.

När man skall köpa ny utrustning har man i allmänhet en relativt grov specifikation som underlag för den offert man tar in. Prutar man sedan kraftigt på erhållet pris, vet man inte vilka komponenter som leverantören till sist (tvingas) byta ut mot enklare och billigare sådana, för att kunna kompensera det lägre priset på offerten. På så vis kan man genom prutningen riskera att få en sämre anläggning än vad både köpare och säljare från början hade tänkt sig.

Maskintillverkarens försäljare skall specificera vad det är som han ger offert på. Den offerten skall vara detaljerad nog för att kunna ligga i botten vid diskussioner av priser och varierande utförningar med bl a alternativa komponenter. Man skall kunna få reda på vad det är man riskerar att pruta bort vid en sådan prisdiskussion.

Som någon kanske litet kategoriskt uttryckte det, har svenska maskinleverantörer varit duktigare på att utlova fungerande maskinutrustning, än att verkligen leverera sådan. Vidare har man inte kunnat hålla leveranstiderna på samma sätt som t ex tyska konkurrenter. Vid en förhandling inför ett köp är man alltför villig att gå ned i pris, för att sedan göra avkall på ospecificerade komponenters kvalitet, medan t ex tyskarna från början på ett annat sätt säger ifrån, att en prissänkning också leder till sämre prestanda och därmed ställer sig avvisande till en sådan.

Underhållspersonalens krav på ny utrustning är att den skall tillföra så få nya varianter av komponenter till maskinparken, som möjligt. Detta motiveras med att man då kan få ned underhållskostnaderna. Men det medför i allmänhet att inköpspriset blir högre. Eftersom man normalt arbetar "med två portmonäer", en för underhåll/drift och en för investeringar, blir resultatet ofta att man kortsiktigt väljer den vid inköpet billigare varianten – till förfång för framför allt underhållet.

Har man en stor variation av fabrikat för utrustning och komponenter, blir det lätt så att reparatörerna specialiserar sig. Var och en blir "bäst" på sitt fabrikat, varigenom inte bara utbytbarheten av komponenter minskar utan också flexibiliteten på personalsidan.

En upphandling av ny utrustning skall alltså göras också med tanke på det merarbete som den kan medföra för underhållet. Ett sågverk konstaterade att man nu hade 8 olika fabrikat för PLC-datorer att ta hand om.

I ett annat fall begärde sågverket, av leverantören för viss kedjeutrustning, ett kartotek över dennes produkter och ställde detta som villkor för inköp. Efter en viss väntan fick man också kartoteket. Det är ett exempel på att det går att koppla vissa extra tjänster till en affär, bara man säger till innan.

Den kapacitet som speciellt mindre maskintillverkare utlovar, håller inte alltid eller t o m sällan. Tillverkaren tycks räkna med att köparen har ställt sina krav med råge och skall vara nöjd ändå. Det kan emellertid vara så att man tagit till en viss "överkapacitet" med hänsyn till framtida utbyggnad men att linjen i övrigt inte klarar av denna idag.

Man lämnade ett exempel på en hyvel som skulle klara 160 m/min, men där beställaren inte hade möjlighet att testa detta förrän fem år efter leverans, efter det att kringutrustningen byggts om. Det visade sig då att den levererade elmotorn löste ut vid 135 m/min. När köparen med hänvisning till den ursprungliga specifikationen påpekade detta, skickade leverantören en ny och starkare motor.

När man gör upp om inköp av en ny utrustning, skall straffklausulerna i kontraktet, i det fall anläggningen inte uppfyller stipulerade prestanda, inte enbart bestå av en innehållen del av kontraktssumman, utan också en förpliktelse till ett förlängt garantiåtagande på, säg, ytterligare två år.

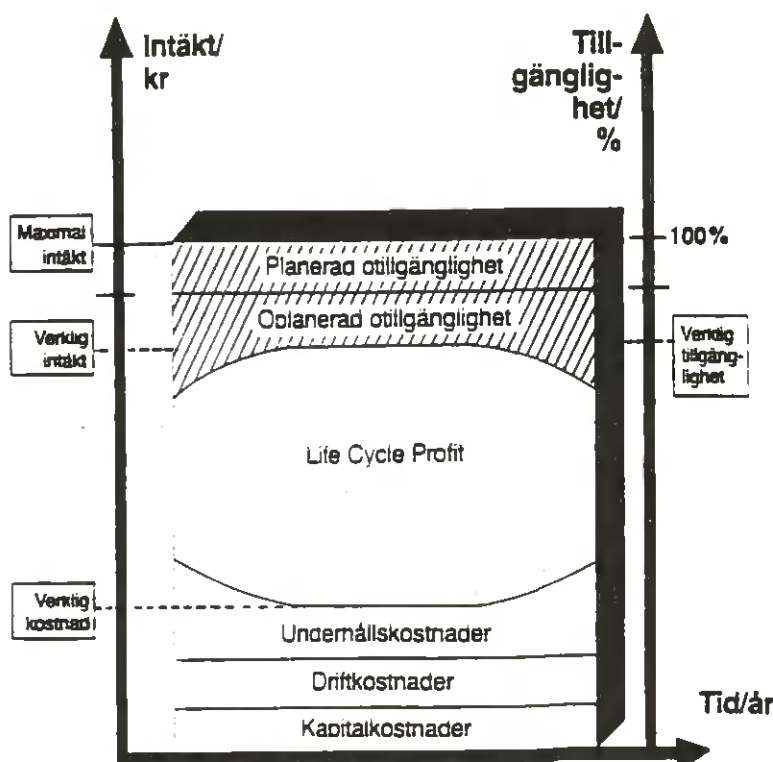
10.3 Livstidskostnad

Med kunskap om bl a anskaffningskostnader och beräknade underhållskostnader för en utrustning, kan man göra en kalkyl över dess livstidskostnad, på engelska kallad, Life Cycle Cost, förkortat LCC. Den skall ta upp de totala kostnaderna för att anskaffa, använda och underhålla en viss utrustning under dess livstid. Även stilleståndskostnader skall räknas.

Genom att förändra en konstruktion efter kundens eller brukarens speciella förutsättningar, kan ett något högre inköpspris ge betydligt lägre bruks- eller driftskostnader (speciellt genom sänkta underhållskostnader), så att LCC ändå blir lägre.

Denna beräkningsteknik, som ursprungligen utvecklades för militära ändamål, har sedan modifierats för industriellt bruk, så att den även tar hänsyn till intäktssidan. LCC har därvid förändrats till LCP, vilket står för Life Cycle Profit, eller livstidsöverskott.

Detta brukar ofta illustreras i ett diagram, där tiden avsätts på den horisontella axeln. De vertikala axlarna visar intäkter/kostnader respektive tillgänglighet. Överst lägger man in den förväntade intäkten per år. Från denna avsätter man nedåt stilleståndskostnaderna på grund av bristande tillgänglighet. Från nollaxeln nedtill i diagrammet avsätter man uppåt kapitalkostnader, övriga driftskostnader samt underhållskostnader.



Figur 1. Diagram över utrustnings eller anläggnings livstidsintäkt, erhållen sedan kostnader för kapital, drift och underhåll samt stillestånd har dragits ifrån.

Eftersom såväl underhållskostnader som stilleståndskostnader tenderar att vara störst i början och slutet av en utrustnings livstid, får man därför i mitten av ett sådant diagram en "cigarrrformad" yta, som representerar dess livstidsöverskott.

Detta sätt att resonera medför bl a att man i större utsträckning talar om och räknar på anläggningens tillgänglighet och inte fixerar sig vid enbart den tekniska kapaciteten, som teoretiskt kan uppnås endast när allt "fungerar perfekt".

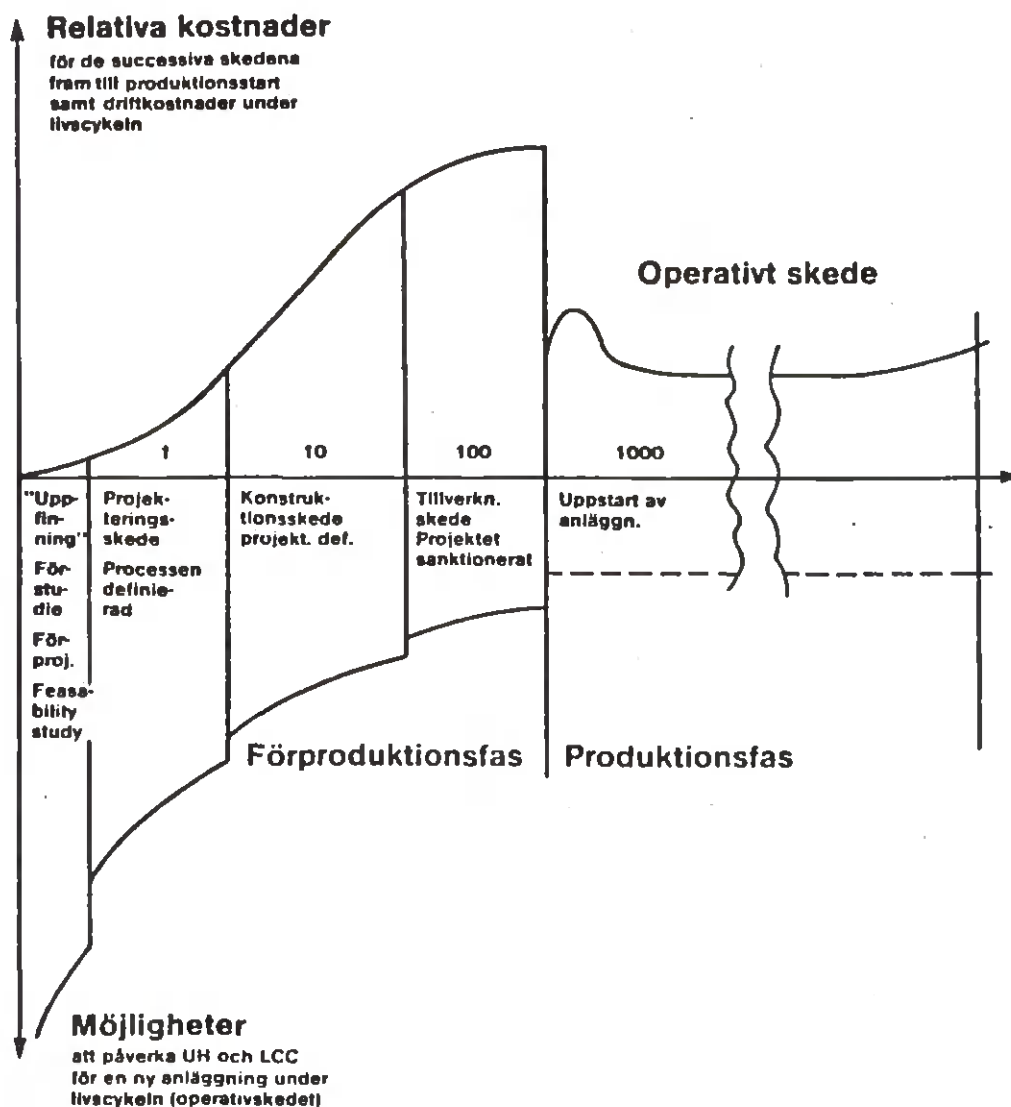
Vanligen gäller att en analys av livstidskostnaden eller -överskottet (LCC eller LCP) inte är av något värde om man inte har flera alternativ att välja mellan. En sådan kostnadsberäkning på den egna anläggningen ger dock i regel tydliga utslag utan att man behöver göra jämförande kalkyler.

Ett område som på sistone blivit vanligt att studera, är *ledtider* av olika slag, för att genom en minskning av dem få upp tillgängligheten. Ett exempel är en press för framskärmar hos

en av våra biltillverkare. Genom att förse den med en utbytbar "modul", kunde man minska ställtiden vid formbyte från 2 dygn till cirka 8 minuter.

Det finns ett klart samband mellan den andel av LCC som är bestämd (opåverkbar framöver) och de stadier – från studie, projektering, etc till drift och underhåll – som en ny anläggning genomlöper i tiden för dess tillblivelse och idrifttagande.

Kostnaderna i form av räntor på nedlagt kapital m m ökar med tiden för projektering och produktion av utrustningen eller maskinen, efter en tämligen brant stigande kurva. Med andra ord är möjligheterna att påverka LCC avsevärt mycket större i början av ett skede för att anskaffa ny utrustning, än när man har hunnit en bit på väg med projekteringen och framför allt produktionen av den. Ju närmare man kommer driftstarten desto större andel av LCC är "låst".



Figur17. Diagrammet visar hur möjligheterna att påverka livstidskostnaderna sjunker under en anläggnings tillblivelse.

Tillräckligt underhåll eller brist på underhåll ger utslag i minskade eller ökade livstidskostnader först på viss sikt. Med dagens ofta mer kortsiktiga syn på många frågor är detta samband inte alltid klart.

För att kunna göra sådana här beräkningar behöver man således uppgifter om bl a utrustningens livslängd. Ber man leverantören garantera livslängden hos en viss utrustning eller komponent, tenderar denne i normalfallet att komma med en (alltför) låg siffra. Icke garanterad livslängd framställs däremot i marknadsföringssyfte som högre.

Räknar man på en offert utgående från låg livslängd, vilket då innebär låg funktionssäkerhet hos anläggningen som helhet, får man ett högt värde på LCC. Om man diskuterar en sådan beräkning med en tilltänkt leverantör (av en komponent) och då kan visa, att han – genom den lågt uppgivna, garanterade livslängden – kommer att ligga sämre till än sina konkurrenter, så kanske han är beredd att öka den garanterade livslängden på sin produkt.

Modern beräknings- och konstruktionsteknik för maskinutrustningar, medför att de olika komponenterna idag inte behöver överdimensioneras med lika stora marginaler som tidigare. Antalet komponenter i utrustningen har relativt sett ökat, men det tidsspann inom vilket en viss typ av komponent normalt lägger av har minskat, d v s spridningen kring komponentens medellivslängd har minskat.

Dessa två tendenser, ökat antal komponenter, respektive minskad spridning av värdena kring dessas medellivslängd, motverkar varandra vad avser hela anläggningens tillgänglighet. Allmänt sett kan dock sägas att tillgängligheten hos modern utrustning blir allt högre. Felsökning vid driftstopp tenderar emellertid att bli mer komplicerad.

Maskintillverkarna måste undvika att en nyutvecklad anläggning blir så avancerad och så sofistikerad att den inte går att driva med någon lönsamhet. Begränsningarna i form av preciserade och stränga villkor för drift och skötsel är då så många och krångliga att det inte är görligt att få anläggningen att fungera under de förhållanden som råder på en industri. Man får en "teknik-julgran" med pynt som inte tål en robust vardag.

En fråga är om sågverken för vissa delar av sina anläggningar skulle kunna enas kring en utrustning som baseras på ett visst, begränsat sortiment av komponenter och sedan föra fram detta som en rekommendation till maskinleverantörerna. Detta skall givetvis inte förhindra en fortlöpande dialog med dessa, så att sådana rekommendationer inte verkar konserverande i en utvecklingshämmande riktning.

10.4 Projektering

Kvaliteten på hela projektet grundläggs i den affärsuppgörelse som träffas mellan parterna och beror i hög grad på respektive projektledare hos köpare och säljare. Framför allt är det viktigt att köparen vet vad han vill ha och håller fast vid detta.

Leverantörens situation underlättas i hög grad av att köparen är kunnig och dessutom kan få fram beslut utan onödig tidsutdräkt. Detta skapar en känsla av respekt, som på ett positivt sätt påverkar konstruktions- och produktionsskedet.

I stora koncerner måste sågverkets ledning erhålla ett investeringsbeslut på koncernnivå inför större nyanskaffningar. Till grund för detta ligger en mer eller mindre detaljrikt utarbetad kostnadsuppskattning. Den egentliga projekteringen för en ny linje eller anläggning tar då sällan fart förrän ett sådant investeringsbeslut föreligger.

Det är ofta svårt att av ritningarna få ut vad de innebär i detalj. För detta krävs bl a att en ny anläggning verkligen är "inritad" i den oftast befintliga byggnad, som den skall placeras i. Det senare medför att man måste se upp med passager och åtkomstmöjlighet för service vid sektioner, som kan förmodas bli trånga. Man bör alltid se till att få såväl plan som sektion av aktuella byggnadsdelar uppritade.

I layouten för en ny anläggning, kan en viss maskin vara förenklat inritad som en "låda eller fyrkant". I verkligheten kan det sticka ut t ex motorer eller andra komponenter någon meter åt sidorna. Därmed kan i praktiken en tillämnad passage helt blockeras och underhållet därigenom försvåras eller t o m göras omöjligt.

Först som sist gäller det att kunna läsa en ritning på rätt sätt med den visuella/visionära inlevelse, som erfordras för att man skall kunna förstå sig "hur det blir i verkligheten". En verklighet som gäller alla parter: installatör, operatör, reparatör, den som städar, etc.

Kring köparens projektledare finns därför numera ofta en samråds- eller projektgrupp och dessutom förekommer det att man i kontraktsumman bakar in ersättningar för utomstående konsulter, som tillverkaren förutsätts anlita. Beroende på köparens ambitioner, kan således själva projekteringsfasen involvera ett mindre eller större arbete för tillverkaren, bl a genom den mängd externkontakter, t ex i form av studiebesök på referensanläggningar etc, som han förutsätts ta.

Tillsättandet av en sådan projektgrupp hos köparen blir nu allt vanligare. Storleken på denna bör dock begränsas till fem à sex personer, för att den skall fungera. Kvaliteten på slutprodukten blir då också vanligen bättre. än när ägaren/ledaren för sågverket ensam med maskinleverantören utformar beställningen.

En metod som kan användas under projekteringsskedet, är att genom ett slags "baklänges-teknik" försöka "vara efterklok före" och tänka sig situationer som (eventuellt) kan uppstå samt vilka åtgärder som behöver vidtagas för att möta dem. Det kan sägas vara en förenklad form av riskanalys.

Man behöver t ex framöver kunna lyfta bort större maskindelar. En stor travers över hela såghuset blir, med de spännvidder och komponentvikter (motorer) som man idag arbetar med, mycket stor och dyr. I stället kan man placera de rökluckor, som av brandsäkerhetsskäl ändå måste finnas, ovanför de tyngre av komponenterna. Då kan man med en mobilkran lyfta ut dem genom taket.

En annan detalj som man bör tänka på vid projektering och inköp är att arbetsplatserna lätt skall gå att anpassa individuellt. En sådan omställning görs ju för varje skift. I synnerhet gäller detta belysning. Man kan jämföra med den individanpassade snabbinställning av förarplatsen, som vissa dyrare bilmodeller är försedda med.

Vidare bör man tänka på att det kan ta en viss tid att få en offert på en tänkt utrustning, liksom ritningar på densamma. Man bör därför gå ut med förfrågningar i god tid, så att det sedan finns möjlighet för berörda medarbetare att komma med detaljerade synpunkter på utformningen. Förhoppningsvis skall också det mer dämpade konjunkturläget nu kunna medföra att man får en lugnare handläggning med mera tid för överväganden inför olika val.

Huvudpersonen William i Umberto Eco's roman "Rosens namn", blir tillfrågad om vad han tycker sämst om hos påvedomstolen, den s k inkquisitionen, och svarar då : "Brådskan!" Detsamma skulle man kunna svara angående projekteringsskedet för många sågverk. Vi tror att man här genomgående har för bråttom och som beställare ofta är dåligt förberedd.

10.5 Delsystem. Driftserfarenheter

Man kan vid studier av driftsäkerheten i ett sågverk antingen följa produktionsprocessen för att se om det är några speciella avsnitt av denna, som visar sig vara särskilt känsliga för driftstörningar. På detta sätt studerade vi stopptiderna i kapitel 6.

Alternativt kan man betrakta sågverkets produktionsutrustning som sammansatt av ett antal delsystem, mekaniska, elektriska, hydrauliska etc.

I det följande tar vi upp drifts- och underhållstekniska aspekter för några sådana delsystem. Det kan då gälla frågor som bäst bevakas redan vid projekteringen, men också sådana som mer hör till den löpande verksamheten.

Mekaniska

Mekaniken har av tradition en dominerande ställning inom sågverken. Både inom själva sönderdelningen och vid den fortsatta processen, som i mycket är ett transport- och sorteringsarbete, finns en mängd mekanisk utrustning. Det är också denna som främst och på ett ofta mycket påtagligt sätt, kommer i kontakt med virket i dess olika former.

Samtidigt har de ökande kraven på måtnoggrannhet hos slutprodukten medfört, att man kräver en allt större precision av denna utrustning. En precision som det nu blivit mättek-niskt möjligt att förhållandevis enkelt kontrollera genom lasertekniken.

Denna utveckling sker parallellt med att produktionskapaciteten per maskinenhet har ökat, dels genom en ökad matningshastighet, dels genom att fyllnadsgraden ökat, d v s man har mindre luckor i materialflödet.

Mot denna bakgrund är det kanske förstäligt om man i allmänhet fortfarande upplever mek-sidan som det största problemet vad gäller driftsäkerheten.

Mekanisk utrustning är lättare att felsöka än elektronisk utrustning, men i allmänhet svårare att reparera än denna. Det följande är några av de synpunkter som vi fått vad gäller den mekaniska delen.

I ett fall hade leverantören levererat en sågutrustning med två "pigg-rullar" utan drift vid inmatningen, uppenbarligen för att få ned kostnaden. Det är emellertid väl känt att sådana rullar utan drift ställer till problem, vilket man också fick. Först sedan man påpekat detta och satt drivning på rullarna fick man bort störningarna.

I en blockcirkelsåg hade man fyra klingor som parvis är fast postade. Klingorna ger ett sågsnitt som är cirka 4 mm. Men de styrknivar, som tillverkaren från början hade placerat bakom de två mittersta klingorna var 6 mm tjocka. Det innebar att virket av styrkniven pressades mot de yttre klingorna, med den följd att dessa gick varma (brände). Man har nu bytt ut styrknivarna mot tunnare sådana, men dessa blir då på gränsen till för vecka.

Mer än två bandsågar borde man med teknikens nuvarande nivå inte ha på ett sågverk. Bandsågen är alltför känslig med hänsyn till plan uppställning samt inriktning av bandhjulen - som skall ligga i samma plan. Med den bristande noggrannhet som maskintillverkarna nu håller sig med vid tillverkning och montage, klarar de inte de krav på exakthet som modern trävaruproduktion ställer." Den som säger detta har funnit att löphjulet vid en av företagets bandsågar avviker från (vertikal-)planet på ett sätt som inte går att justera. Det är ett inbyggt fel.

Andra saker som man skall tänka på i detta sammanhang är bomberingen på bandhjulen, inställningen av reduceraren med skivorna i något lite "toe-in" samt att maskiner över huvud ställs upp horisontellt, när så skall vara. En av de mest kritiska delarna är inmatningsbänkens läge i förhållande till efterföljande såg (band eller klingor).

Uppriktning av maskinlinjer bör ske cirka en gång per år. Fasta märken på maskinen att mäta efter underlättar detta. Slipning och riktning av bandsåghjul bör ske något oftare: två à tre gånger per år.

De delade torkvagnar från 1970-talet, som ännu finns i drift på vissa sågverk ger mycket extra arbete för truckföraren: han lyfter sammanlagt flera ton per dag manuellt för att få upp dem på spåret igen vid torkintaget. Genom att bygga samman dem kan man få en vagn som kan hanteras med gaffeltrucken. Därvid skall man förse hjulen med en dubbelfläns kring mittspåret, men inga flänsar i ytterspår för att garantera säker gång genom torken.

Vad gäller för transportkedjor, skall man vara medveten om den skillnad som föreligger mellan den gamla svenska SMS-standarden och den nya europeiska standarden. Den förra är kraftigare och torde i de flesta fall ge en lägre livstidskostnad. Den brukar föredras av medvetna beställare inom skogsindustrin.

Många transportkedjor har i allmänhet dålig smörjning, bl a därför att spån och damm suger upp oljan. Centralsmörjning av kedjor och kerattbanor minskar underhållsarbetet. Placering och utförande av de ackumulatorer som ingår i denna skall beaktas.

Dubbeltätade kullager är "färskvara". De kan inte hållas i förråd mer än en begränsad tid innan det smörjmedel, som de har försetts med vid leverans, läcker ut eller åldras och måste förnyas. Sätter man således, utan kompletterande smörjning, in ett sådant lager som man haft länge på lager, riskerar man att det efter en kort tid havererar.

Mässingsbussningar (-lager) på utsatta ställen har ett sågverk bytt ut mot motsvarande i plast – Orlon. En del av dessa svarvas i egen verkstad. Sådana lager i t ex barkrivaren håller nu ett år – d v s från semesteruppehåll till semesteruppehåll – när tidigare metallbussningar endast höll 2 à 3 månader.

Elkraft

Ett sågverk som producerar runt 100.000 m³ per år har idag över 1.200 elmotorer i sin utrustning. Dessa varierar från stora motorer på 100-tals kW, till små fläkt- eller spjällmotorer under 100 W. Därtill kommer brytare, omformare, reläer och en mängd annan elutrustning. Tack vare de stränga bestämmelser som gäller framför allt all starkströmsutrustning samt de av tradition höga krav, som råder för tillgänglighet på elförsörjningssidan – och vilka torde prägla elsidan över huvud – är driftstörningar inom detta delsystem förhållandevis sällsynta.

Sågverken har också under åren hunnit bygga upp en kompetens vad gäller personal inom detta område, antingen man nu – som i allmänhet – har egna elektriker, eller mer eller mindre på heltid anlitar en utomstående entreprenör.

Trots det regelverk i form av bestämmelser som omger elkraftsidan kan det, speciellt i av tidsnöd pressade situationer, vara frestande att tillgripa provisoriska lösningar. Risken är emellertid då att dessa blir "bortglömda" och permanentade utan att det var den ursprungliga avsikten.

Har man en underdimensionerad elmotor eller startsvårigheter p g a att det kärvar någonstans, kan det på motsvarande sätt vara frestande att "justera" ett strömbegränsande motorskydd, för att det inte skall "lösa ut i onödan". Ett sådant syn- och handlingssätt kan emellertid på sikt bli förödande och avråds på det bestämdaste.

Även till synes färdiginstallerade delar av elanläggningen, kan emellertid behöva periodisk tillsyn och underhåll. Detta gäller t ex kabelanslutningar med aluminiumkabel, vilka i början med ett par års intervall kan behöva kontrolleras och eventuellt efterdragas p g a att den mjukare aluminiumkabeln har givit efter. Glappkontakt kan annars ge skadliga temperaturförhöjningar. Sådana kan vid inspektioner lätt upptäckas med en ytemperaturmätare av den typ som marknadsförs av bl a Agema AB i Danderyd och 3M Svenska AB i Sollentuna.

För att styra elutrustningen användes tidigare elektromekaniska reläer av olika slag och en hel del av dessa finns kvar ute på sågverken. Motsvarande reläer kan också finnas för att styra hydrauliken. Detta innebär kontaktytor som vid fuktig väderlek och speciellt efter semesteruppehåll kan förorsaka driftstörningar.

Elektronik

Elektroniken – och i denna tar vi med all datorbaserad styr- och reglerutrustning med tillhörande mjukvara – representerar ett förhållandevis nytt och mycket expansivt område inom sågverken. Detta kan ha medfört att man inte riktigt har hunnit ta hand om och utbilda sig för denna del.

Inom massaindustrin är det normalt att man klart – och rent fysiskt – skiljer på elektronik för styrning och reglering samt el för kraftförsörjning. Med elektromekaniska reläer etc har det kanske inte alltid varit så naturligt att dra en sådan gräns.

Efterhand går man emellertid över till ren elektronik, men denna blir ofta placerad på de gamla elskåpens plats. Elektroniken skall bli ha det svalt och rent. Då ökar tillgängligheten. På grund av den snabba utvecklingen inom detta område, kanske man skall räkna med kortare faktiska avskrivningstider för elektroniken och på så vis i fortsättningen kunna förnya den snabbare.

För ett befintligt elektroniksystem kanske 10 man av personalen behärskar drift och underhåll. Skaffar man emellertid ett nytt system kan man i början möjligen utbilda ett par personer, så att de förstår sig på detta. Först efter tre år eller mer kan man åter ha full styrka utbildad på det nya systemet.

Det sätter en gräns för hur snabbt man kan förnya sig på detta område. ”Men om systemet fungerar bra kanske man aldrig hinner eller behöver lära sig att underhålla det.” Svårigheten är att på förhand kunna veta vad det är man får, när man köper elektronik och mjukvara.”

Utformningen av mjukvaran släpar efter. Man kan idag finna ”programspråk” från slutet av 1970-talet, som fortlevt i stort sett utan modifieringar. De bygger på den tidens långsamma och minnessvaga processorer och är inte användarvänliga. Man skulle idag kunna använda ett högnivåspråk med större flexibilitet gentemot användaren/operatören. Troligen kommer också detta, och programmerarens betydelse som nyckelperson i sammanhanget kommer därför att begränsas eller försvinna.

Man programmerar annars gärna själv sin elektronik för att ha kompetensen i huset och få programmen att brygga över vid modifieringar av utrustningen. Det är därför en stor fördel om (underhålls)personalen klarar av att programmera elektroniken.

Detta är ju ett jämförelsevis nytt område och intresset eller förmågan att programmera mycket individuell. Operatörerna skulle kunna utföra mer, men vanligen tillåter inte deras bakgrund och utbildningsnivå detta ännu.

I takt med att den yngre och mer "datortillvända" generationen kommer in på arbetsplatserna, ökar dock förutsättningarna att hitta sådana programmerare inom de egna leden. På en såg har man t ex en klartidsdisplay för såglinjen som visar antalet stock per minut samt fyllnadsgrad baserad på såglinjens hastighet. Där har sågens egen programmerare även lagt in några mer humoristiskt betonade meddelanden, som kommer upp vid vissa driftsituationer.

Det är emellertid viktigt att den som gör programvaran (vare sig den nu köps eller framställs inom huset) har tydligt strukturerade program, så att man systematiskt kan leta efter fel när sådana uppstår. Detta bör man också tänka på vid val av styrdatorer. Ett par fabrikat är betydligt mer lättarbetade än andra rent programvarumässigt.

På motsvarande sätt skall själva elektroniken (schemamässigt) byggas upp så, att det går lätt att göra felsökning i den. Branschen behöver elektronik och programvara som är anpassad till den personal som faktiskt arbetar inom sågverken. Till detta hör också bättre test- och diagnosystem.

1975 klarade elektrikern av att avhjälpa "sina" fel dubbelt så fort som man gjorde på mekaniksidan. Nu är förhållandet snarast det omvända genom att felsökningen på elektroniken tar en sådan tid. "Det är sällan som man kan köra sågen en hel vecka utan att få ett elektronikfel någonstans."

Elektronik, som t ex i REMAs anläggningar, har visat sig relativt känslig för åskväder. Hur utsatt ett sågverk i det avseendet är, beror givetvis också i hög grad på dess läge. Efter en åksmäll kan – trots befintliga skydd – dator- och styrsystem bli fullständigt rensade från inlagda konstantvärden. Har man då ett system från 1985 med en 16-knappars tangentbord och en minidisply, är det inte så lätt att knappa in värdena igen. Det kan då ta ett par timmar att lägga in dem på nytt.

Givetvis borde man istället ha grundinställningarna lagrade på en separat diskett, med möjlighet att snabbt föra över dem i systemet igen. I ett sådant läge är det frestande att byta till ett modernare system. Men mot bakgrund av vad som anförts ovan, finns det ändå rätt höga trösklar för ett sådant byte. Det kan då vara berättigat att undersöka vad man kan göra för att förhindra störningar p g a åska.

En fördel med modern elektronisk utrustning, är att man ofta på ett enkelt sätt kan byta ut den felaktiga komponenten (i form av t ex ett kretskort).

Hydraulik

Hydrauliken har kommit in i sågverken för att stanna. Det är emellertid ett försummat område. Hydrauliken kräver lika mycket kunskap och kan vara lika farlig som elkraften. Man borde därför ha en hydraulikansvarig, på samma sätt som man nu har en ansvarig elektriker. Hydrauliken styrs t ex med klenspänning ("svagström") och för dessa kretsar har man en elektriker.

Verkningsgraden på hydraulmotorer har också under åren gått upp ett tiotal procent och ligger nu runt 75 à 80 procent. Även för detta delsystem är det av vikt att man försöker standardisera komponenterna, speciellt på kopplingsidan.

För att underlätta byten av hydraulmotorer, växlar etc, kan man använda taper-lock på axlarna.

Det kan vara svårt att få erforderliga konstruktionshandlingar vid upphandling av t ex hydraulaggregat. Vissa tillverkare tycks vara rädda för att avslöja konstruktionen inför den befarade risken att sågverken skall börja bygga själva.

Ett sätt att underlätta servicen på hydrauliken är att man har en dokumentation (hydraulikpärm), som är dubblerad hos det hydraulikföretag man anlitar och att man håller sig till detta företag. Då kan man med dessa pärmars hjälp kommunicera mer precist och obehindrat.

På de flesta hydraulaggregat står motorn vertikalt och är placerad en bit upp på aggregatet. En sådan motor blir svår att lyfta bort eller dit utan speciella fixturer. Detta är ett exempel på bristande underhållsmässighet, som reparatörerna måste kompensera genom – ofta improviserade – kompletteringar.

Hydraulikanläggningar levereras alltför ofta med relativt dåliga filter (kanske som ett resultat av ett prutat inköpspris). Ett bra hydraulikfilter betalar sig. Det är dock få leverantörer som är beredda att garantera sina filter.

Insikten om att renhet är en grundförutsättning för väl fungerande hydraulik vinner nu spridning. Ett bra hydraulikfilter kan klara partiklar med en storlek ned till 5 µm. Nya rön har emellertid visat att störningar i driften även ofta beror på "partiklar" som är mindre än så. De består av hartsliknande ämnen, som bildas vid hydrauloljans oxidation, en process som fortskrider allt eftersom oljan åldras. Hartsbildningen sker med början kring de föroreningar av annat slag (slitpartiklar), som kan finnas i oljan och vilka i detta fall verkar som "kondensationskärnor".

Ett bra filter gör så tillvida nytta, som att det fördröjer utfällningen av hartser. När oljan är varm kan dessa vara lättflytande och utan störande inverkan. Men under en avställning, t ex över ett veckoslut, fälls hartserna ut på väggarna i servoventiler etc. Där kan de bilda ett lager som motsvarar hälften eller mer av spelet i ventilen. Därtill tjänstgör de klubbiga hartserna som ett "flugpapper" för kringflytande större partiklar, vilka förstärker störningen

eller helt hindrar funktionen. Speciellt servostyrningar i automatikanläggningar är känsliga för den här sortens föroreningar.

Det enda idag kända sättet att få bort dem är att använda en form av elektrostatiska filter. Dessa behöver dock inte vara inkopplade permanent, utan man kan flytta ett sådant filter mellan sina hydraulikanläggningar. Där kan de periodvis vara inkopplade för att hydrauloljan skall genomgå en slags "dialys".

Sådana elektrostatiska filter är förhållandevis dyra i anskaffning men går även att hyra. Kanske vore "dialys" av hydrauloljan med hjälp av en kringresande entreprenör som har en sådan utrustning, något att inledningsvis satsa på?

Det kan vara svårt att få tag på duktiga hydraulikreparatörer. Det strukturellt systematiska sätt att gå tillväga, som i förra kapitlet omnämndes praktiserat av en hydraulikreparatör, skulle man vilja se hos fler.

I Borlänge finns flera företag som ordnar kurser i hydraulik, och i Örnsköldsvik finns ett hydraulikcentrum knutet till den drift- och underhållstekniska högskolan där. De är exempel på det utbud som nu svarar mot det behov av utbildning som finns inom hydrauliken.

Vid en såg blir t ex hydraulaggregaten regelmässigt för varma på grund av att bl a oljetankarna är för små, vilket i sin tur är följderna av en "kostnadsbesparing" vid tillverkning/inköp. Underhållspersonalen frestas i det läget att koppla ur inbyggda termovakter, för att dessa inte ideligen skall lösa ut och försäkra driftstopp.

Hydraulaggregat som placeras utomhus – t ex vid timmersorteringen, skall vara vatten- och fuktsäkra. Det innebär att cylindrar och behållare skall vara utförda så att vatten inte kan dras in i systemet och att den luft som tas in i expansionskärl först skall avfuktas.

10.6 Montering och idrifttagande. Leveransprov

Under de faser som vi här kallar montering och idrifttagande med inkörning, är maskinleverantören normalt den huvudansvarige. Denna period avslutas med ett leveransprov, vilket om det godkänns, leder till att anläggningen överlämnas till beställaren. Denne bör emellertid under hela den här tiden ha med en kunnig man från drift- eller underhållssidan, som kan övervaka det hela, så att inte leverantören frestas att "skära hörn" under arbetet för att komma lindrigare undan. Detta upptäcks annars ofta inte förrän flera år efteråt.

Maskintillverkarnas handböcker tar normalt inte upp speciella krav på måttnoggrannhet vid uppriktning, injustering etc och ger därmed i det fallet ingen eller ringa vägledning åt användaren. Möjligen har man med uppgifter om tillåtna glapp i lager. Men då är det lagertillverkarens krav, som maskintillverkaren har fört över. Han har med andra ord inte tillfört något själv. Detta kan inte tolkas på annat sätt än att kunden eller sågverket antingen inte har haft några krav i det avseendet, eller att han inte har lyckats få fram dem

till maskintillverkaren. Den utländska konkurrens, som nu börjar bryta fram vad gäller sönderdelning, antyder emellertid att det någonstans har brustit i kommunikation, vilja och/eller förmåga, mellan sågverken och de svenska maskintillverkarna.

Inpassning av en ny maskin i en befintlig linje kan kräva modifieringar på plats, som är svåra att tidsberäkna i förväg. I ett fall hade man planerat med att koppla in en anläggning över en veckohelg, men det hela visade sig ta nio dagar. För att kunna planera och på avsedd tid genomföra en sådan här operation, fordras att kontakterna mellan maskinleverantören, speciellt dennes montörer, och sågverket eller beställaren, är rak och kryddad med inlevelseförmåga och fantasi. Situationen blir än mer komplicerad om tillverkaren av utrustningen anlitar en utomstående konstruktör för den.

En del tillverkare har olika underleverantörer för montage, eldragnig, hydraulik etc. Det är då tillverkarens projektledare, som har ansvar för samordningen av dessa. Detta gäller under såväl installation, som efterföljande inkörningsperiod.

Sågverkets egna reparatörer används ibland för att bygga nytt. Men att på det viset göra detta med eget folk tar tid och blir dyrt eftersom de samtidigt hela tiden skall vara beredda att rycka in med akut underhåll. För vissa mindre arbeten är det dock motiverat, bl a av psykologiska skäl. Det är stimulerande för underhållsfolket att någon gång få arbeta med helt nya grejor. Det visar sig också att dessa delar sedan under drift gärna pysslas om litet extra av reparatörerna.

Ibland har man med de egna reparatörerna vid montaget med motiveringen att de skall få möjlighet att lära sig den nya utrustningen. Ofta resulterar emellertid detta i att de "får stå i något hörn och svetsa balk och grovplåt". Montering och utbildning skall klart skiljas åt och vi återkommer till den senare nedan.

Underhållsfolk kan ha många åsikter under montagearbetes gång, men dessa väcks där till liv och förs fram i ett alltför sent skede. Det enda sättet att råda bot på detta, torde vara att kunna läsa ritningar med större inlevelse och/eller att i god tid under utarbetandet av beställningen göra studiebesök på likvärda anläggningar.

Det är en naturlig strävan från leverantörens sida, att så snabbt som möjligt bli klar med leveransen, d v s kunna visa att avtalad kapacitet etc uppfylls. Leveransprov skall därför företagas och klaras av "inom rimlig tid". Man anser från detta håll att köparen många gånger sätter in för små resurser för att köra in anläggningen.

Det innebär att maskinleverantören inte i tid får förutsättningar att visa vad anläggningen går för. Man kanske startar med mindre värdefullt timmer med låg kvalitet, samtidigt som man fortfarande trimmar in vissa delar. När för lång tid har gått, gäller inte längre kontraktets förutsättningar, att t ex köparen under intrimning och leveransprov skall biträda med viss personalresurs o s v. Man får ett antal "svansar" hängande efter i leveransen, vilka lätt blir kostsamma för maskintillverkaren.

För att undvika detta är det viktigt att säljare och köpare tillsammans gör en professionell

planering av inkörningsskedet och med en gång tar tag i de problem som uppstår vid intrimningen.

Det är t ex vanligt att man vid upphandlingen bestämmer vilka standardposter, som skall ingå i leveransprovet. Men ofta vill beställaren därutöver testa andra varianter av stock och postning, vilka kan ha tillkommit under projektets gång.

Den nu allt vanligare arbetsrotationen, "rundgången", bland operatörerna, kan också av förklarliga skäl medföra en förlängd utbildningstid och därmed även en senareläggning av provet. Den kan även medföra oklarhet om vilken besättning som skall vara i tjänst vid själva leveransprovet. Blir det en diskussion om utformningen eller utvärderingen av ett leveransprov, beror det oftast på att parterna inte tillräckligt väl har gjort förutsättningarna klara för varandra i samband med upphandlingen.

Leveransprov bör ske med beställarens egen driftpersonal, som vid det här laget skall ha fått tillräcklig utbildning på den nya utrustningen. Givetvis skall anläggningen också från början utformas så att den egna personalen har en möjlighet att lära sig sköta den. Man kan inte säga att anläggningen är överlämnad förrän den egna personalen – för såväl drift som underhåll – har erhållit denna kunskap och färdighet.

Vanligen garderar sig leverantören på denna punkt genom att förbehålla sig rätten att sätta in sin egen personal vid leveransprovet, men även aspekter som dessa skall tas upp vid utformningen av utbildningen.

Ovanstående skulle också tala för att man i högre grad börjar praktisera den "finska versionen" på inkörning. Den innebär att man startar med en takt som motsvarar kontrakterad kapacitet och successivt "backar" eller går ned i takt, om det visar sig att denna inte går att klara. I Sverige startar man vanligen från en lägre nivå, för att sedan undan för undan höja takten allt eftersom man bedömer det rimligt att göra detta.

10.7 Utbildning

I den kravspecifikation, som skall upprättas i samråd med maskintillverkaren bör även ingå detaljerade krav på viss utbildning av köparens personal, både operatörer och reparatörer. Vanligen specificerar man inte tillräckligt väl vad en sådan utbildning skall innehålla och leda fram till. Denna blir nu en allt viktigare del för att snabbt uppnå avsedd effektivitet med en ny installation. Det är tillverkarens ansvar att lyfta fram detta moment i en leverans. Det enskilda sågverket är alltför sällan beställare, för att kunna ha den frågan helt aktuell. Man bör inte sälja en – tekniskt sett allt mer komplicerad – utrustning utan att se till att brukaren också får möjlighet "att ta körkort för den".

Tar man med utbildningen från början, har också maskintillverkaren en större möjlighet att utforma den på ett riktigt sätt. Det bör t o m vara så att tillverkaren ställer vissa krav på utbildning skall ingå i leveransen och sågverket bör vara inställt på ett köpa och betala för en sådan tjänst.

Kostnaden för utbildningen bör särredovisas i offerten och betraktas som en separat del av denna, för att inte "snedvrída" utvärderingen av en offert vid sidan av en annan. Den utbildning som ordnas för operatörerna, skall nå alla berörda (tilltänkta) individer. För att lättare kunna få loss dessa kan det vara lämpligt att den delas upp i t ex tvådagarspass för alternerade grupper.

Utbildningen för underhållspersonalen kan komma i en senare fas. Ett förslag kan vara att lägga in ett antal planerade träffar för underhållspersonalen under montageperioden, vid vilka man stämmer av vad som gjorts och går igenom väsentliga avsnitt. Normalt använder sig leverantören av samma personal för idriftsättning och utbildning. Detta innebär för dem – bl a med hänsyn till båda parterns önskan att snabbt få igång linjen – ofta en splittrad situation där utbildningsdelen kan bli lidande.

Maskintillverkaren uppfattas ofta som alltför mån om att få sälja sin utrustning och därvid lätt släppa efter på kravet på den utbildning som behövs för att kunna handha densamma. Man arbetar vanligen också intensivt med produktutveckling och riskerar i det sammanhanget lätt att "glömma bort" behovet av att uppdatera och på nytt föra fram utbildningsdelen.

Den personal som kommer från maskinleverantören för att under inkörningsskedet lämna över anläggningen genom att instruera sågverkets personal, främst operatörerna, har nu i allmänhet för liten erfarenhet av operatörens arbete och villkor. De bör också vara goda pedagoger, vilket inte alltid är fallet.

Det blir därför operatörerna själva som genom ett slags "trial and error"-förfarande mer i detalj får försöka komma underfund med förutsättningarna för driften. Detta kan delvis förklara den ovannämnda svenska traditionen, att börja med ungefär "halvfart" och sedan successivt och så småningom öka kapaciteten medan man trimmar in utrustningen.

Vidare bör man vara överens om vilken typ av (grundläggande) utbildning som köparens operatörer skall ha, för att kunna köra in en anläggning. Man måste åtminstone tala samma språk som hos maskintillverkaren.

Den senare har flera gånger varit med om, att den skrivna dokumentation för skötsel och underhåll, som man lägger ned en hel del arbete på och som medföljer varje leverans, inte har överlämnats till operatörer och underhållsfolk. Den har istället "fastnat någonstans på vägen" hos köparen, i sämsta fall utan att ens ha blivit öppnad.

Från andra leverantörer kan det vara svårt att få någon dokumentation. Det kan bero på att man inte ger sig tid och råd att ta fram fullgod sådant. EGs maskindirektiv och mer spridd användning av kvalitetsstandarden ISO 9000 kommer dock att framtvinga en ändring i det fallet.

10.8 Eftermarknad – Vidmakthållande av kapaciteten

De kontakter mellan maskintillverkare och sågverk, som inte primärt går ut på att sälja, bör beredas en möjlighet att öka. En tillverkare har som målsättning att låta åtminstone de yngre konstruktörerna få tillbringa upp till en femtedel av sin arbetstid ute på sågverken. Men mycket på grund av de senaste årens arbetsbelastning på konstruktionskontoren, hade detta inte gått att uppfylla.

Detta liksom så mycket annat, när tiden är knapp, är emellertid en fråga om prioritering på kort och på lång sikt. Eller annorlunda formulerat, en fråga om lönsamhet på kort och på lång sikt.

En annan av maskintillverkarna har försökt lösa denna fråga genom att bilda ett teknik- eller servicebolag som skall hjälpa kunden att finna systemlösningar. I diskussionerna har nämnts en form av avtalad översyn eller uppdatering av anläggningen, som man kallar "funktionskontrollavtal".

Maskintillverkarna är medvetna om att man hittills har satsat förhållandevis litet på eftermarknaden och att intresset för denna borde öka. Samtidigt medger man från sågverkens sida, att man nog varit för sparsam för att någon gång per år anlita specialishjälp för en "konditionstest" av anläggningen.

Detta borde kunna resultera i möten, som kan ge båda parter värdefull information inför fortsatt konstruktionsarbete och drift. En förutsättning är, att man kommer överens om en form för finansiering eller kostnadstäckning och att maskintillverkarna är beredda att avdela kompetent personal för detta. De får förmodligen söka den bland sina bästa montörer, vilket givetvis riskerar att drabba en annan del av deras verksamhet. Även detta blir en avvägningsfråga, angående vad som på kort och lång sikt bedöms som viktigast.

Återigen är det en ökad tillgänglighet – samt dito kvalitet – som främst kan finansiera en sådan satsning. Rent samhällsekonomiskt bör det också vara bättre med ett färre antal anläggningar, som verkligen producerar en maximal del av sin tid, än ytterligare en såld anläggning, som inte når upp till vad den borde kunna producera.

En fråga som ställts, är hur man som inköpare av maskinutrustning skall kunna gardera sig för att framöver ha tillgång till service och framför allt erforderliga ritningar, i det fall att leverantören skulle gå i konkurs. Som exempel nämndes Smedbolaget. Ett givet svar är, att man bör undvika att göra affärer med konkurshotade företag. Men i dessa dagar kan konkurser drabba även välrenommerade firmor. En klausul om detta i köpekontraktet kan tolkas som tecken på misstroende, men bör kanske – helst först efter konsultation av juridisk expertis – vara värd att överväga. Det bästa är givetvis om man i samband med leveransen, också kan få alla för underhållet erforderliga ritningar.

I andra sammanhang kan man råka ut för att tillverkaren inte längre lagerför vissa komponenter till utrustning som han inte längre tillverkar. I ett sådant läge kan man tvingas byta ut större delar av utrustningen, för att kunna förse den med reservkomponenter.

Sågverket får som beställare ibland intrycket att maskintillverkarna känner till mer än de vill tala om. Påpekas något fel för dem, vad avser den levererade utrustningen, går de oftast (och mänskligt nog) direkt i försvarsställning. Det kan innebära att de förnekar all tidigare kännedom om liknande fel eller brister, eller att de blankt tillbakavisar påståendet. Detta försvårar att kontakten leder vidare till ett förtroendefullt samarbete för att utveckla och förbättra utrustningen ifråga.

Det har t ex hänt att sågverken, när de frågat efter ett smörjschema för en viss utrustning, av tillverkaren för denna utrustning har blivit hänvisade till sin egen smörjare.

Vid ett sågverk ville man bygga en växel eller förbiledningstransportör, så att man i råsorteringen skulle kunna skifta mellan två parallella linjer. Maskintillverkaren lämnade en offert på detta för 94.000:-. Det visade sig emellertid att en lokal firma kunde klara arbetet för 14.000:- (på ett sätt som maskintillverkaren hävdade inte skulle gå). Hur skall ett sågverk mot bakgrund av sådana erfarenheter kunna intalas att det inte finns prutmån på de offerter också för ny utrustning, som man får från maskintillverkaren?

Som ett exempel på konstruktivt eftermarknadsarbete gavs följande. En leverantör av transportkedjor noterade, att ett större massabruk regelmässigt bytte keJOR till kapbordet för cirka 0,25 Mkr per år. Det visade sig vid närmare analys bero på en kombination av slitage och korrosion, förorsakad främst av att virket var (salt-)sjölagrat. Genom att byta legeringar i bult och hylsa fick man bukt med problemet och en väsentligt längre brukstid för kedjorna.

Ett sågverk har tillsammans med levererantören av sönderdelningsutrustningen, ett projekt för att förbättra tillgängligheten för denna. Detta påbörjades några år efter det att leveransen var avslutad. Villkoren i projektet är utformade så, att leverantören erhåller ett bonus, baserat på hur mycket man lyckas förbättra anläggningens tillgänglighet. Avsikten är att det man där kommer fram till, sedan skall delges andra användare av samma utrustning.

Den uppriktning av maskinerna som tillverkaren håller med är många gånger otillfredsställande. Det finns fristående företag eller konsulter, som klarar detta bättre bl a med hjälp av modern teknik. Anders Eriksson i Vindeln och Inge Engström i Säter är sådana exempel. De arbetar tillsammans med operatörerna och använder sig av modern laserteknik för att erhålla stor noggrannhet och gör det till en fast ersättning.

Ett sågverk skulle skaffa en datorstyrd traverskran för att hämta och mata bark till panncentralen. Krantillverkaren levererade normalt denna kran med en styrdator från ett visst företag. Eftersom sågverket inte hade någon styrutrustning från detta tidigare, men däremot och med goda erfarenheter från ett annat, begärde man att styrdatorn skulle bytas till detta.

Kranleverantören reserverade sig, men gick med på utbytet. Sågverket fann sig emellertid senare förhandla med två parter, där ingen ville ta på sig ansvaret för att utrustningen inte fungerade.

10.9 Drift – Underhåll – Produktutveckling

Ett par sågverk finner sig ha köpt nyutvecklad utrustning som visar sig ge en lägre tillgänglighet än den gamla. Detta leder in på den speciella frågan, hur maskintillverkarna skall kunna testa sina prototyper under realistiska förhållanden. Det är svårt att ge något generellt förslag till lösning. En icke fungerande prototyp kan till sist bli en stor belastning för båda parter, där ersättningskrav från sågverket kan bli aktuella, men framställda i efterhand egentligen bara förvärrar situationen.

Genom vardagsrationaliseringar och förbättringar, som kommer fram bl a i ett informationsutbyte mellan konstruktörer samt drift- och underhållspersonal på sågverken, kan man ta mindre kliv i produktutvecklingen, vilka troligen inte möter på motstånd från köparnas sida. Men önskar maskintillverkaren pröva en mer radikalt ny idé eller maskin, kan han få svårigheter att, med erforderlig risktäckning, placera den så att den kan bli testad under realistiska, vardagliga, förhållanden.

I Japan har träforskningen bl a för sådant ändamål jättelika laboratorier, men det är mycket tveksamt om man i dessa kan få en situation som motsvarar "den bistra verkligheten" ute på ett sågverk. Vidare är det tveksamt om en maskintillverkare på det sättet skulle vilja lämna ut en ny produkt till ett industriforskningsinstitut.

Här i landet har under det senaste decenniet pågått en förskjutning från ägarledda sågverksföretag till sådana som leds av en anställd företagsledning. Denna utveckling förväntas fortsätta. Vidare har det ekonomiska klimatet medfört ett alltmer kortsiktigt synsätt, man talar om "management by the quarter", d v s kvartalsvis. Det torde rimligen också vara så, att en anställd VD är mindre riskbenägen än den som satsar i sitt eget företag. Detta kan tyckas paradoxalt, men får förklaras så, att de ägare som anställer en företagsledning i viss mån åt denna överlämnar att göra de bedömningar och ta de risker, som de själva inte kan eller vill ta. De kan då av denna inte gärna kräva en större riskbenägenhet än sin egen.

Delvis beroende på anställningsvillkoren har en anställd VD inte heller någon fördel av att ta större risker än andra företag i branschen. Det bör, från hans sida sett, räcka med att han är något bättre än genomsnittet i branschen. Om en majoritet av företagens ledningar är anställd, kommer medelvärdet av riskbenägenheten att svara mot den, som en anställd VD har. De risker som vi här talar om, innebär ett större eller mindre språng i utvecklingen och detta behöver normalt inte tas för att man skall "vara litet bättre än genomsnittet".

Det är emellertid ofrånkomligen så, att den enskilda beställaren/kunden för en ny typ av utrustning, som installeras på ett sågverk, ofta får betala en del av maskintillverkarens utvecklingskostnader. Man försöker nu finna former för att på ett bättre sätt fördela dessa kostnader och samtidigt ha tillgång till en autentisk såglinje för maskintillverkaren, där denne under realistiska och verklighetstroga förhållanden, kan prova ut nykonstruktioner. Detta är ett område som behöver utvecklas ytterligare.

Ett sätt att komma runt detta är en typ av avtal, där maskintillverkaren under t ex det första året efter installationen fortfarande äger den nya anläggningen.

Ett annat förhållande som underlättar den här typen av utvecklingsprojekt, är att sågverket har kvar den gamla produktionslinjen och kan köra den parallellt med den nya.

Vad gäller upphandling av prototyper, innebär detta givetvis en större risk än normalt, vilket också bör återspeglas i kontraktet. Fungerar prototypen inte som avsett, beror det emellertid oftast på ett bristande engagemang hos både köpare och säljare. I det läget är det bättre att motivera tillräckligt kvalificerade personer att ta sig an fallet, än att från köparens sida börja hota med böter.

Detta sammantaget leder annars till, att maskintillverkarna får allt svårare att ute på sågverken placera prototyper av nya konstruktioner – om vilka det inte kan sägas att de är färdiga, förrän de har testats under autentiska driftsförhållanden.

11. REFERENSER

- /1/ Uusijärvi, Richard: Noddator – Seriell styr- och reglernod för mobil hydraulik för skogsmaskiner. Trätek, Rapport L 8912060.
- /2/ Ut med intelligensen, in med noddatorn. Dokumentation från Träteks nordiska seminarium, 1990-12-10. Trätek, Rapport P 9011063.
- /3/ Uusijärvi, Richard: Noddator – Seriell styr- och reglernod för mobil hydraulik för skogsmaskiner. Del 2. Trätek, Rapport L 9103012.
- /4/ Nakajima Seiichi. TPM. DevelopmentProgram. Implementing Total Productive Maintenance. Productivity Press, Cambridge MA, USA. 1988.
- /5/ Baldwin Richard, F. Managing Mill Maintenance. The Emerging Realities. Miller Freeman Publ. Inc. San Francisco CA, USA. 1990.
- /6/ Anon: Produktivt underhåll. Idhammar förlag AB, Södertälje. 1992.
- /7/ Forslin Jan: Det klippta bandet. En Volvo-industri byter kultur. Norstedts, Stockholm. 1990.
- /8/ Storhagen Nils G: Materialadministration – grunder och möjligheter. Liber Ekonomi, Malmö. 1987.
- /9/ Rudolfsson Leif, Svensson Nils: Kvalitetsstyrning. Trätek, Rapport P 8901001.
- /10/ Svensson Nils: Kvalitetskostnadsuppföljning i träindustrin. Trätek, Rapport P 8903009
- /11/ Rudolfsson Leif, Ombäck Ebbe: Kvalitetsstandard – Ett system för ordning och reda. Trätek, Kontenta 9103010
- /12/ Edgren B. m fl.: Kompetens- och organisationsutveckling. Vägar att optimera verkstadsarbetet. Projektbeskrivning. Stressforskningsgruppen, KTH, Stockholm. 1992.
- /13/ Halldin Benny o. Schiller Stefan: Förslag till ett forskningsprogram inom området "Underhåll med inriktning mot ekonomisk styrning". Gothenburg Research Institute, GRI, Göteborg, 1992.
- /14/ Lundborg Nils: Konsten att vara underhållande. Tidskr. Sågverken, Stockholm. Nr 3/91, p 21-22.
- /15/ Lundborg Nils: Underhållet sätts i system. Tidskr. Sågverken, Stockholm. Nr 3/92, p 25.

- /16/ Ager Bengt m fl.: Arbetsmiljön i sågverk – en tvärvetenskaplig undersökning. Arbetarskyddsstyrelsen, Stockholm. 1975.
- /17/ Bergkvist Britta, Karlsson Göran, Palm Roland: Sågverkets kostnader – Analys och modellbeskrivning – Typsågverk 100.000 m³ år 1986. Träteknik, Rapport I 8806039
- /18/ Bergkvist Britta, Karlsson Göran, Palm Roland: Sågverkets kostnader – Typsågverk 40.000 m³ år 1987– Jämförelser mellan typsågverk 40.000 m³ och 100.000 m³ år 1987. Träteknik, Rapport P 8911050.
- /19/ Andersson Ch. m fl.: Sågverkens produktion och virkesbehov m m 1990 samt Sågverkens produktionsförhållanden m m 1990. Rapport nr 224 o. 226. Inst. för Virkeslära, SLU, Uppsala. 1991.
- /20/ Anon: Gör Dina investeringar lönsammare. Utnyttja LCC- och LCP-analyser. UTC-meddelande nr 1. UTC, Stockholm.
- /21/ AUH-gruppen. Hydraulikbestämmelser, utgåva 8, 89-02-17.
(I AUH-gruppen ingår ett flertal större stålverk och verkstadsföretag)
- /22/ Henriksson T: Underhållets ekonomiska betydelse. LCP AB, Lund, 1992.
- /23/ Jalde H: Driftsäkerhetsstyrning av produktionssystem. Mekanresultat 89001. Mekanförbundet, Stockholm, 1989.
- /24/ Wååk O: Driftsäkerhetsteknik. Introduktion, begrepp och samband. Systecon AB, Stockholm, 1988.
- /25/ Schaub M: LCC-kalkyl – ett sätt att kunna värdera och jämföra olika investeringars livstidskostnad. IVF-resultat 89634. Mekanförbundet, Stockholm, 1989.
- /26/ Anon: Öka tillgängligheten genom att konstruera underhållsvänligt. Mekanresultat 87007. Mekanförbundet, Stockholm, 1988.
- /27 a–d/ Svensk standard
- SS 441 05 05. Tillförlitlighet – Ordlista.
 - SS IEC 706. Tillförlitlighet – Underhållsmässighet hos utrustningar.
 - SS IEC 812. Tillförlitlighet – Feleffektanalys.
 - SS IEC 863. Tillförlitlighet – Presentation av predikteringar.

Bilaga

Nomenklatur

Bilaga till Träteks rapport P 9211081
Driftsäkerhet och underhåll i sågverk
kopplat till verkningsgrad, tillgänglighet och effektivitet

Inledning

Området driftsäkerhet och underhåll omfattar alla delar av industrin och ingår därför i många olika teknikområden. Längst och mest ingående har man sysslat med detta ämne inom elektrotekniken. Detta har därför medfört att elektrikerna har haft speciell anledning att intressera sig för ord och begrepp, den s k nomenklaturen, inom området driftsäkerhet. Den handläggs i internationella sammanhang och på högsta nivå av IEC, International Electric Commission, där Sverige är representerat via SEK, Svenska Elektriska Kommissionen.

Den nomenklaturstandard som här närmast är aktuell är IEC 50 Kap. 191, "Dependability and quality of service", första utgåvan från 1990. Motsvarande svenska standard är SS 441 05 05 från 1985, "Tillförlitlighet – Ordlista". Den är utarbetad av SEK, men upphöjd till allmän svensk standard av SIS.

Dessa standarder revideras fortlöpande, men kanske ändå ibland uppfattas som ofullständiga eller i viss mån främmande. Det senare kan till en del bero på den ofrånkomliga anknytningen till det elektrotekniska området, vilket kan medföra att t ex mekaniker inte alltid känner sig hemma eller tillfreds med valda uttryck. Hellre än att då skapa sin egen nomenklatur bör man emellertid försöka delta i det långsiktiga och förvisso tålmodskrävande arbetet att över teknikgränserna harmonisera ordbruket inom det här området.

Mot bakgrund av att språket inom området är instabilt och till dels mindre bekant, har vi därför funnit det lämpligt att lyfta fram ett antal definitioner, som är nödvändiga för att beskriva viktiga begrepp i det här sammanhanget. Olika branscher kan ha delvis olika uttryck för sådant som har med underhållet att göra. Det finns emellertid en strävan underhållsfolk emellan, att skapa ett gemensamt språk. Föreningen Underhållsteknik, UTEK, har ett uppdrag att ta fram en underhållsteknisk ordlista. På grund av resursbrist har det arbetet dock ännu inte kommit så långt.

Den ovannämnda svenska standarden får tills vidare utgöra den främsta källan. Vi gör här nedan ett utdrag ur denna. Därvid har vi skrivit av standardens definition för det enskilda uttrycket ordagrant. Ibland har vi sedan genom en omskrivning eller exempel försökt att göra det hela tydligare.

Vi beskriver ett dussin olika begrepp som är vanliga i detta sammanhang. De flesta används också i rapporten. Först gör vi för överblickens skull en kort presentation av dem.

Flera av uttrycken har på ett eller annat sätt med tid att göra. Också för själva tidsbegreppet har man flera varianter:

Total tid

Krävd tid, Planerad tid eller Betald tid

Hindertid eller Stopptid

Felupptäcktid

Tid för förebyggande underhåll

Tid för avhjälpande underhåll

Följande fyra uttryck är direkt tidsberoende. De har därför faktorn tid inbyggd i sin definition:

Kapacitet
Prestation
Produktivitet
Effektivitet

Följande tre uttryck har anknytning till tiden men innehåller den inte direkt i sin definition:

Funktionssäkerhet
Underhållsmässighet
Underhållssäkerhet

Följande fyra uttryck står antingen för ett mer allmänt eller övergripande begrepp, eller är "dimensionslösa". Det uttrycks som procenttal mindre än 100 eller en faktor mindre än 1:

Tillförlitlighet
Driftsäkerhet
Tillgänglighet
Verkningsgrad

Därtill kommer ett begrepp som behövs för att definiera ett av de andra ovan:

Resurs

Förutom uttrycken för tid, har vi alltså tolv olika begrepp som på ett eller annat sätt är förknippade med varandra. Beroende på dessas inbördes kopplingar beskriver vi dem här nedan i en delvis annan ordning än i ovanstående uppräkningslista.

Vi kan inte med det här inlägget påstå att vi presenterar någon absolut sanning. Kan vi emellertid enas om att framöver försöka använda de här orden enligt givna definitioner, har vi kommit ett gott stycke på väg mot en ökad förståelse av förutsättningarna för en större driftsäkerhet och hur val av utrustning och underhåll påverkar rörelseresultatet.

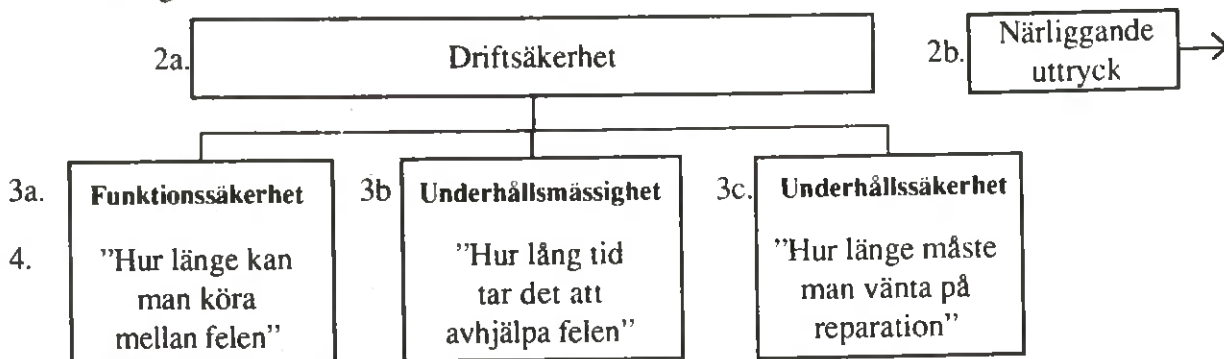
1. Övergripande begrepp: Tillförlitlighet

Termen "tillförlitlighet" är en sammanfattande benämning på ett antal samhörande egenskaper och används endast i allmän betydelse. Då man önskar uttrycka sig kvantitativt eller avser en bestämd egenskap, måste man precisera detta genom att använda den specifika termen för begreppet ifråga. På motsvarande sätt bör man inte använda någon av de specifika termerna som en sammanfattande benämning för de samhörande egenskaperna. Detta gäller främst de specifika termerna "driftsäkerhet" och "funktionssäkerhet" samt driftsäkerhetsmättet "tillgänglighet".

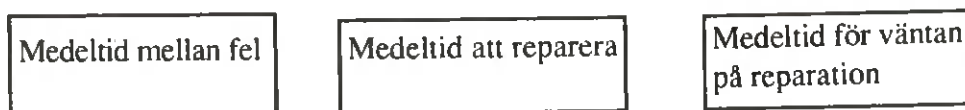
Oftast är det de tre sistnämnda, specifika eller mindre allmänna termerna som man använder och vanligen är det driftsäkerheten som man är intresserad av.

Ett försök att förklara sambandet mellan dessa begrepp är nedanstående figur. Siffrorna i figuren återkommer i underrubrikerna. Begreppen i de tre nedre rektanglarna är i viss mån beroende av varandra.

1. Tillförlitlighet



Som vi kommer att se längre fram uttrycks detta som medelvärden av olika tidsperioder:



2a. Specifikt begrepp: Driftsäkerhet

För att kunna beskriva detta uttryck, behöver vi först definiera ett annat grundläggande begrepp:

Prestation

Definition 1, enligt SS 441 05:

Mätbart resultat av enhets utnyttjade funktionsförmåga.

Definition 2, enligt TNC:s ordlista nr 49,

Produktionsteknisk Ordlista, från 1971:

Arbetsmängd per Tidsenhet.

Funktionsförmågan hos en maskin eller utrustning beror på en rad faktorer, såsom den råvara/det material som den får att bearbeta, hur driften sker (operatörens handlag) samt hur underhållet sköts och ytterst även vilka modifieringar som man vidtar på utrustningen. Man kan även ta en större eller mindre del av den tillgängliga funktionsförmågan i anspråk.



Prestation

Under kort tid klara av uppmätbara krav om än med klen funktion: det är en prestation.

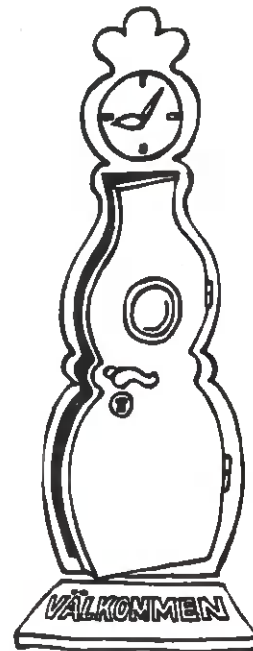
Därför talar definitionen ovan om den (för tillfället) utnyttjade funktionsförmågan. Det mätbara resultatet slutligen, kan avse flera faktorer, så som antal bitar per minut, kvaliteten etc.

Med hjälp av ordet *Prestation* kan vi nu definiera följande:

Driftsäkerhet - Tillgänglighet

Egenskap hos enhet att kunna utföra angiven prestation under angivna betingelser med hänsyn tagen till prestationsnedsättning på grund av fel och underhåll.

Ibland kan man behöva precisera under vilka former eller villkor som driftsäkerheten skall gälla, t ex hur stor del av en viss tid som en viss utrustning skall kunna prestera (utföra sin prestation), eller hur snabbt den skall kunna tagas i drift. Man talar då om olika former av *Tillgänglighet*. Tillgänglighet förkortas mot bakgrund av det engelska uttrycket *Availability* med A.



Tillgänglighet

Tillgänglighet ligger i tiden man kommer inte förbi den. I grund ett statistiskt tal som visar om sågen är skral.

Detta är i själva verket ett statistiskt uttryck och står för den sannolikhet, med vilken man under en viss angiven tid (srymd) kommer att finna en viss utrustning eller maskin funktionsduglig på det sätt som avsetts.

Vi återkommer till begreppet Tillgänglighet längre fram.

2b. Närliggande uttryck

Innan vi går vidare och definierar de tre andra uttrycken i Figur 1 ovan, tar vi först upp några ord som har nära anknytning till Driftsäkerhet eller Tillgänglighet.

Verkningsgrad

Detta uttryck har sitt ursprung inom fysiken, där det anger förhållandet – vanligen i procent – mellan nyttiggjord energi och tillförd energi, för t ex en motor. Efterhand har det börjat att användas för hela maskinutrustningar i en betydelse som antingen motsvarar det ovan nämnda Tillgänglighet, eller det nedan nämnda Prestationsnivå. Detta är bl a fallet i de rapporter över leveransprov för nya anläggningar eller utrustningar som Skogsindustrieförbundet (SSIF) sammanställer. Man använder där en nomenklatur, som något avviker från den ovannämnda. Den är till dels baserad på kapitlet "Arbetsmätning" i den nämnda Produktionstekniska TNC-ordlistan. Denna ordlista tar emellertid ej upp det av SSIF använda begreppet "Verkningsgrad".

Det vore en fördel om man inom branschen kunde enas om att använda ordet Verkningsgrad endast i betydelsen "Tillgänglighet mätt under kort tid" – maximalt ett dygn.

Vi återkommer även till detta uttryck längre fram. Där "översätts" också några andra av de termer som används av SSIF till standarden SS 441 05 05.

Effektivitet

Ett vidare begrepp än Tillgänglighet eller Driftsäkerhet, är Effektivitet. Detta är beroende av de tre faktorerna Takt, Tillgänglighet och Kvalitet genom att man brukar skriva:

$$\text{Effektivitet} = \text{Takt} \times \text{Tillgänglighet} \times \text{Kvalitet}$$

I rapporten har vi ibland (kap. 3) använt uttrycket Anläggningseffektivitet i stället för Takt.

Kapacitet

De två första faktorerna multiplicerade brukar sammanfattas under begreppet Kapacitet, vilket också definieras som funktionsförmåga och ofta uttrycks i producerade enheter per tidsenhet. Det tycks som om Kapacitet – utan närmare bestämning – vanligen avser nominell kapacitet under en kortare tid, säg en timme eller ett skift. Det används då istället för Prestation.

För att klargöra vilken slags kapacitet man menar, bör man skilja på teoretisk, nominell och uppnådd kapacitet.

För att nu komma vidare behöver vi ta med ännu ett grundläggande begrepp:

Resurs

Det definieras som

Produktionsfaktor som tas i anspråk för genomförande av aktivitet.

Med produktionsfaktor förstås en eller flera av de "klassiska" faktorerna arbete eller kapital dvs antal personer, tillfört material, tillförd effekt, etc.

Nu kan vi definiera ett uttryck som ofta förekommer i dessa sammanhang:

Produktivitet.

Det skrivs som förhållandet (kvoten) $\frac{\text{Prestation}}{\text{Resurs}}$

Jämförelse mellan Produktivitet och Effektivitet.

Jämför vi de båda definitionerna av Prestation, så som de angivits ovan på sid 3, finner vi att standardens definition har en vidare mening, i det att den också kan ta med begreppet Kvalitet. Vid definitionen av Produktivitet, lägger man dock vanligen inte in några kvalitetsaspekter. Man förutsätter underförstått att den kvalitet som presteras är acceptabel.

Skriver vi ut detta mer detaljerat så får vi

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{Arbetsmängd (st, m}^3 \text{ eller motsvarande)}}{\text{Tidsenhet x Produktionsfaktor}} \\ \text{(tim) (man, kW osv)}$$

Tar vi som en jämförelse upp begreppet Effektivitet, så som vi definierade det ovan:

$$\text{Effektivitet} = \text{Takt} \times \text{Tillgänglighet} \times \text{Kvalitet}$$

och byter ut Takt mot Arbetsmängd/Tidsenhet, får vi:

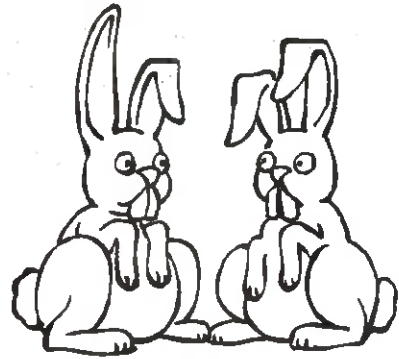
$$\text{Effektivitet} = \frac{\text{Arbetsmängd} \times \text{Tillgänglighet} \times \text{Kvalitet}}{\text{Tidsenhet}}$$

Det som då skiljer de båda begreppen åt, är att Produktivitet tar hänsyn till (insatt) Produktionsfaktor, men bortser från Tillgänglighet (d v s anlägger ett kortare tidsperspektiv) och – vid den snävare definitionen – även Kvalitet.

Effektivitet å andra sidan, säger ingenting om insatt(a) Produktionsfaktor(er), vilka vid en jämförelse mellan olika grad av effektivitet förutsätts vara desamma, men beskriver genom att ta med Tillgänglighet ett längre tidsperspektiv. Därtill är kvalitetsbegreppet alltid med.

Takt och Tillgänglighet (hos en given anläggning) hänger ofta nära samman: man kan inte ohämmat öka takten utan att förlora i tillgänglighet. "Flytet" går förlorat om man forcerar för mycket.

Effektiviteten är genom faktorerna Takt och Tillgänglighet beroende av utrustningens utformning och av installationen. Den senare råder i allmänhet inte maskinleverantören enväldigt över. Inte heller råder han över den del som är avhängig av operatörerna, "den mänskliga faktorn" hos sågverket eller köparen.



Produktivitet
Prestation i produktion
satt i relation
till den resurs man får
för produktiviteten står.

Maskinleverantören kan därför inte förväntas garantera en viss effektivitet hos anläggningen, så som Effektivitet definierats ovan.

Vid sk godkännandeprov inför en köparens övertagande av en maskinutrustning, mäter man en på visst sätt definierad Kapacitet och bedömer utrustningens Prestation. Kapacitetsmättet baseras på begreppen Takt och Tillgänglighet, som är jämförelsevis lätta att mäta och bedöma.

Begreppet Kvalitet är mer mångfasetterat, men hänger delvis samman med de andra. Om man t ex har för stor avvikelse från fastställda mått, får man stopp i råsorteringen längre fram i produktionskedjan.

3a --c. Resterande uttryck i fig 1

Efter denna utveckling kring några med Driftsäkerhet och Tillgänglighet närliggande begrepp, kan vi återgå till att definiera de tre återstående uttrycken i figur 1 ovan.

Funktionssäkerhet.

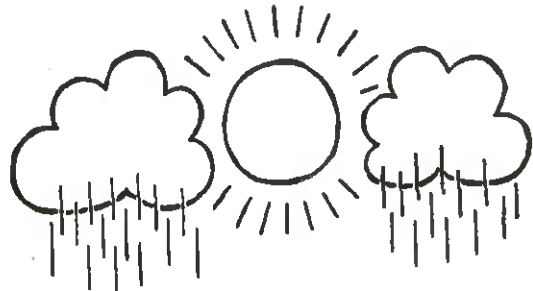
Egenskap hos enhet att kunna utföra angiven prestation under angivna betingelser med hänsyn tagen till prestationsnedsättning på grund av fel.

Om vi jämför den definitionen med motsvarande för Driftsäkerhet ovan, så ser vi att begreppet Funktionssäkerhet inte räknar med den del av prestationen som går förlorad på grund av underhåll, dvs oftast den tid som maskinen etc är stoppad för reparation eller förebyggande underhåll.

Underhållsmässighet.

Egenskap hos enhet som möjliggör att den genom underhåll kan bibehållas eller återställas i ett tillstånd, där den kan utföra angiven prestation, när underhållet utförs under angivna betingelser.

En maskin eller utrustning kan vara utförd på ett mer eller mindre "underhållsvänligt" sätt. En komponent som inte är avsedd att repareras utan bytas ut och slängas, är i sig själv inte underhållsmässig. Men den maskin i vilken denna komponent sitter, kan genom en sådan utformning bli underhållsmässig.



Funktionssäkerhet

Även om solen fläcker har och inte lyser alla dar, hon fungerar säkert i sitt lopp. Kan därför utan underhåll gå opp.



Underhållsmässighet

Ansvar har konstruktören för hur det ser ut med rören. Kan då vår reparatör försinkad service rå för?

Bibehåller man maskinen i ett sådant tillstånd att den utför vad den skall, "sin prestation", har man lyckats med sitt förebyggande underhåll. - Återställer man det önskvärda tillståndet, arbetar man med avhjälpande underhåll.

Underhållssäkerhet.

Egenskap hos underhållsorganisation att under angivna betingelser tillhandahålla resurser, som erfordras för korrekt underhåll av enhet.

Underhållsorganisationen kan vara klart urskiljbar eller ingå som en mer eller mindre integrerad del i den övriga verksamheten. De angivna betingelserna kan vara den tidsrymd inom vilken underhållet skall utföras, eller de kostnader som underhållet får dra på sig. Resurserna kan vara interna eller externa.



Underhållssäkerhet
Underhållsfolk med fart ser till att jobbet blir klart. organisationen förberedd och med reservdelar försedd.

4. Uttryck för tid

I definitionerna av begreppen Driftsäkerhet och Tillgänglighet, ingår tiden som en mer eller mindre tydlig faktor. (Ytterst beror ju detta på att tid står för pengar genom att en stillastående produktionsanläggning medför intäktsbortfall.)

För de flesta utrustningar är tiden avgörande för de förändringar som kan uppstå i egenskaperna. Det kan vara fråga om ren tidsberoende åldring eller också förslitning, som huvudsakligen beror på "körd sträcka" eller motsvarande. Genom den betydelse som tiden har fått i sammanhanget har man också behov av ett flertal preciserade uttryck för tid. Några av dessa presenteras nedan.

Total tid

Den totala tiden kan delas in på många olika sätt. Vill man samla alla tidsbegrepp i en enda allmängiltig figur är det inte praktiskt möjligt. Standarden innehåller nedanstående figur med ett antal av de begrepp som den definierar.



Total tid
Tider finns av många slag
total tid är båd' natt och dag.

Krävd tid eller planerad tid.

Tid under vilken krävs att enhet skall vara i tillstånd att utföra angiven funktion.

Man använder ibland också uttrycket "betald operatörstid". Detta innebär att om man kör enskift, så är den krävda tiden, säg, 1800 timmar per år. Kör man tvåskift, så är den ungefär dubbelt så stor, etc. Anläggningen förutsätts under denna tid fungera, prestera, på det sätt som man avsett med den. På motsvarande sätt är *ej krävd tid*, den tid då man ej har något krav på funktion.

Krävd tid kan man dela upp i hindertid eller stopptid och klartid även kallad gångtid, vilka definieras närmare nedan.

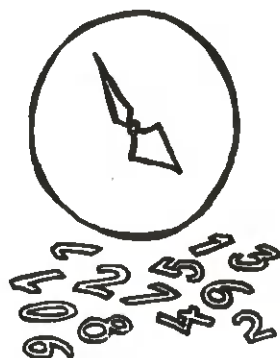
Hindertid eller Stopptid

Tid under vilken enhet är i funktionsodugligt tillstånd.

På sågverken använder man här oftast uttrycket Stopptid.

Anläggningen fungerar då inte beroende på ett fel eller på att man håller på med förebyggande underhåll. En särskild form av hindertid är felupptäcktstid (se nedan).

I stopptiden brukar man även räkna in uppehåll p g a verktygsbyten, s k ställtid eller p g a brister utanför själva anläggningen, såsom brister i material, bemanning, order eller media, d v s elström eller processvatten (motsvarande). Dessa orsaker innefattas inte i strikt bemärkelse i standardens definition enligt ovan, eftersom anläggningen eller enheten i sig kan vara funktionsduglig, men ändå tvingas stå stilla.



Stopptid

Som tidlös sedd av produktionen när någonting har ramlat ur. Bortfall föreligger för funktionen och operatören tar en lur.

Felupptäcktstid

Hindertid från feluppkomst till felupptäckt.

Under denna tid kanske man kör anläggningen "som vanligt" men får, beroende på den störning, d v s det (ännu oupptäckta) fel som föreligger, t ex inte den kvalitet eller den kapacitet, som avsetts.

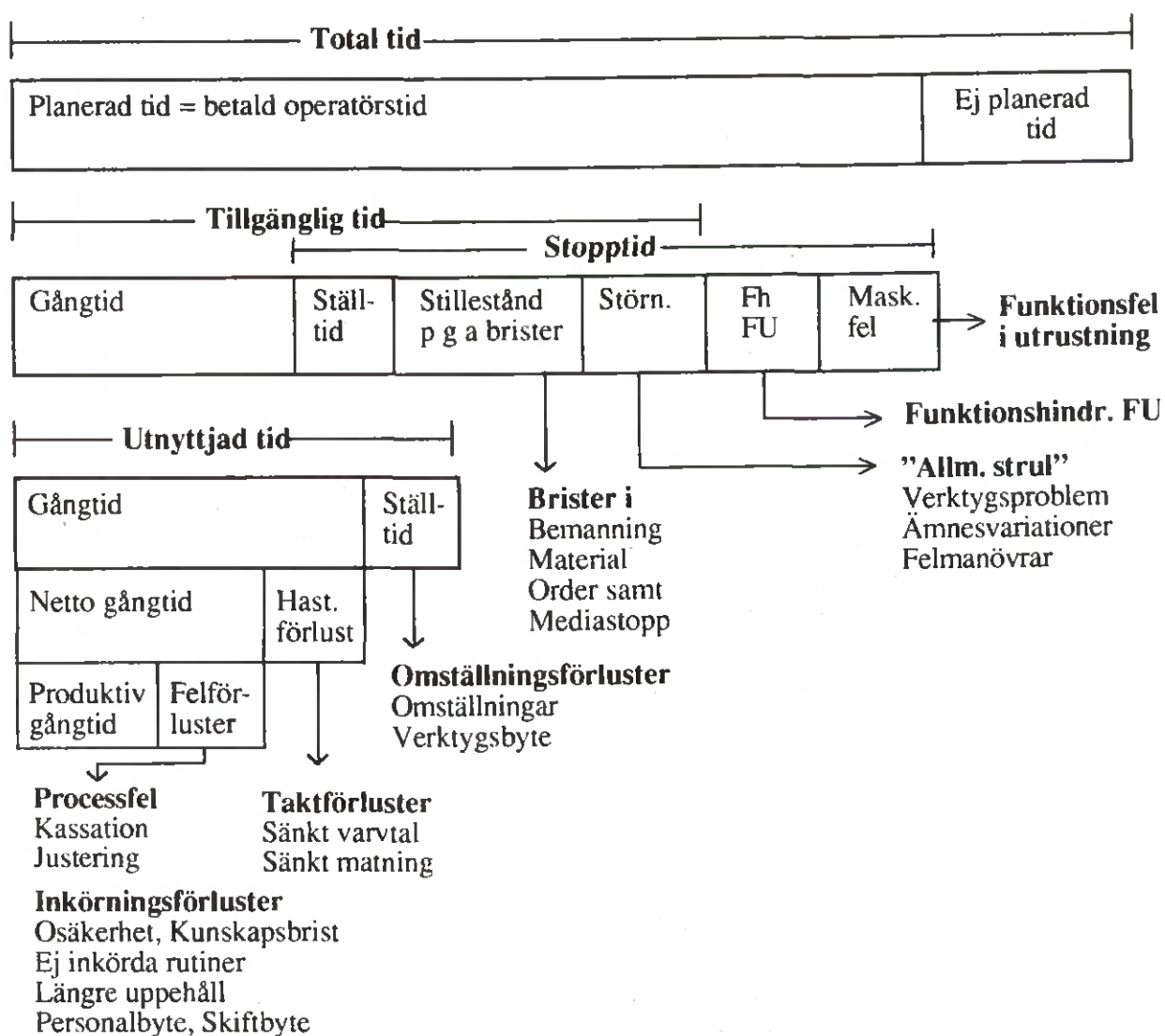
Tid för förebyggande underhåll

När detta uttryck används, skall man ange omfattningen av det aktuella (förebyggande) underhållet.

Tid för avhjälpande underhåll

Denna tid brukar man dela upp i väntetid och tid för (aktivt) avhjälpande underhåll.

Vidstående figur, lånad från Inst. för Tillverkningsystem vid KTH, är ett försök att sortera upp tidsbegreppen, som bättre än standarden beskriver situationen i en tillverkande industri.



Mätning och beräkning av driftsäkerhet eller tillgänglighet

När man räknar på tidsmässiga och ekonomiska konsekvenser av olika lösningar på underhållsfrågor, använder man vissa uttryck och begrepp som är lånade från det anglosaxiska (engelska/amerikanska) språkområdet.

Vid dessa beräkningar, som avser längre tidsperioder än de som kommer ifråga för t ex leveransprov, använder man sig av uppskattade eller uppmätta medeltider eller genomsnittliga tider, eng. "mean time".

På så sätt erhåller man följande uttryck:

MTTF = medeltid mellan fel (**Mean Time To Failure**)

MTTR = medeltid för reparation (**Mean Time To Repair**)

MWT = medelväntetid på reparation (**Mean Waiting Time**)

De två sistnämnda slås ofta ihop till **MDT** = (**Mean Down Time**)

Begreppet Tillgänglighet har definierats ovan under Driftsäkerhet. Det kan också uttryckas som ett samband mellan ovannämnda (tids)uttryck. Det är ett dimensionslöst tal, som är mindre än 1 och därför ofta uttrycks i procent.

$$\text{Tillgänglighet} = \frac{\text{Hel (tid)}}{\text{Total (tid)}}$$

Eller, eftersom den totala tiden i nämnaren är sammansatt av "Hel" och "Ur funktion" dvs "Trasig":

$$\text{Tillgänglighet} = \frac{\text{Hel (tid)}}{\text{Hel (tid) + Trasig (tid)}}$$

Tid för "Trasig" består i sin tur av "Väntetid" (på reparation) och "Reparation pågår":

$$\text{Tillgänglighet} = \frac{\text{Hel}}{\text{Hel + Reparation + Väntan}}$$

Förkortningen för Tillgänglighet baseras på det engelska uttrycket för tillgänglighet Availability:

A = Tillgänglighet eller Availability

Genom att sätta in de ovannämnda engelska förkortningarna i ovanstående "ekvation" får man följande uttryck:

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR + MWT}$$

Med dessa definitioner i botten kan vi nu "översätta" några av de uttryck som SSIF använder vid sina godkännandeprov.

SSIF

SS 441 05 05

Total nominell tid	motsvaras av	Krävd tid
Fördelningstid	motsvaras av	Hindertid (under krävd tid)
Verktid	motsvaras av	Klartid (under krävd tid)
Total verkningsgrad	motsvaras av	Tillgänglighet

Detta bygger på följande definition av verkningsgrad:

$$\begin{aligned} \text{Verkningsgrad} &= 1 - \frac{\text{Hindertid}}{\text{Krävd tid}} = \\ &= \frac{\text{Krävd tid} - \text{Hindertid}}{\text{Krävd tid}} = \frac{\text{Klartid}}{\text{Krävd tid}} = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR + MWT} \end{aligned}$$

För att återknyta till begreppen ovan, kan man säga att MTTF påverkas av Funktionssäkerheten och MTTR av Underhållsmässigheten och givetvis också av Underhållssäkerheten.

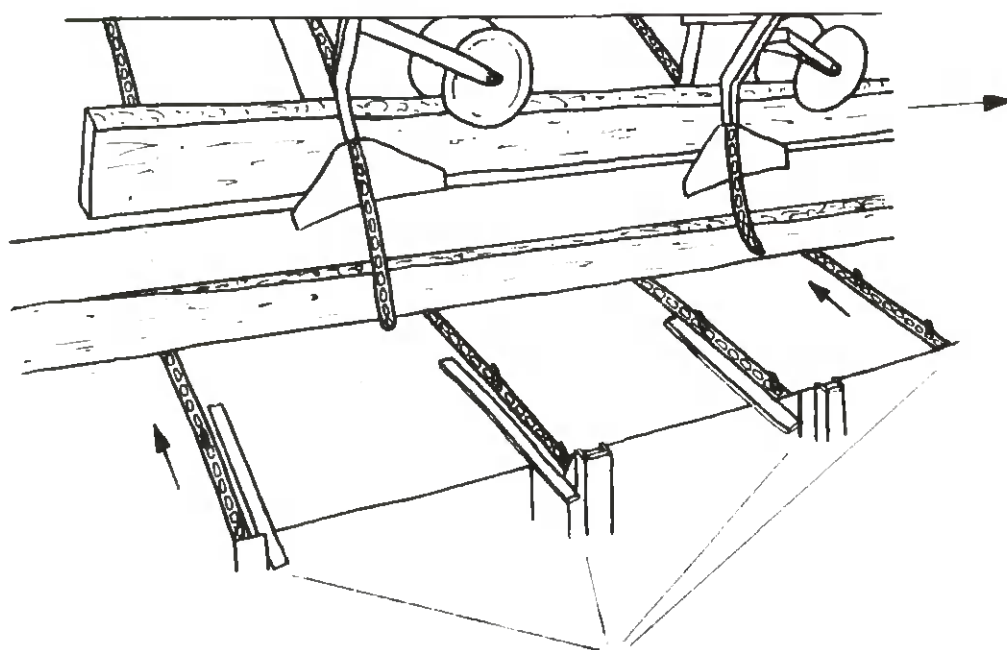
Tillgängligheten beror också på antalet komponenter i anläggningen. Ju fler komponenter, desto större sannolikhet för att någon av dem råkar ut för ett fel, som påverkar funktionen hos utrustningen som sådan.

Vid en bristande tillgänglighet frestas man ofta att *lägga till* komponenter i avsikt att öka den, t ex för tillståndskontroll. I stället bör man i första hand undersöka om inte konstruktionen eller uppbyggnaden kan *förenklas*.

Räkneexempel

Avslutningsvis tar vi med samma exempel ur verkligheten, som vi har i slutet av kap. 9 i rapporten, men den här gången med användande av de ovannämnda bokstavsbeteckningarna. För att den här bilagan skall kunna användas fristående, ger vi förutsättningarna från början.

Vid ett sågverk hade man ibland störningar med transporten av de brädor, som avskiljdes från blocket vid första reducerbandsågen. En tvärtransportör bestående av tre kedjor, försedda med medbringarklackar, lyfter upp brädorna på en längstransportör, som leder bort till kantverket. Dessa kedjor kom ibland i "otakt" med varandra och brädorna brötade ihop sig med ett stopp som följde.



Kedjetransportörer

Vid ett planerat längre produktionsuppehåll fick 2 man under 4 dagar åtgärda detta med hjälp av nya kedjor och "litet plåt". Därvid erhöles följande:

Innan åtgärden hade man ungefär två stopp per dag, vilka varje gång tog reparatören 5 minuter att åtgärda. Sedan åtgärden vidtagits, hade man efter två veckor haft ett stopp på 2 minuter. Man kör i enskift om 1 800 tim/år.

	Före åtgärd (timmar)	Efter åtgärd (timmar)
Tid mellan fel	2 ggr/dag = 4	1 gång på två veckor = 80
Tid att åtgärda fel	5 min = 5/60	2 min = 2/60
A =	$\frac{4}{4 + \frac{5}{60}}$	$\frac{80}{80 + \frac{2}{60}}$
A =	0,979	0,999

Skillnaden i tillgänglighet sett över ett helt år blir då

$$(A_{\text{efter}} - A_{\text{före}}) \times 1\,800 = (0,99583 - 0,979591) \times 1\,800 = 35,98, \text{ d v s } 36 \text{ tim/år.}$$

För sågverket motsvarar det en produktion av cirka 1000 m³. Förutom den tidsvinst som en sådan åtgärd innebär, kan man många gånger också vinna i ökade intäkter genom mindre antal kassationer.

Detta digitala dokument
skapades med anslag från
**Stiftelsen Nils och Dorthi
Troédssons forskningsfond**

Träte

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-14 53 00
Telefax: 08-11 61 88

Åsensvägen 9, 553 31 JÖNKÖPING
Telefon: 036-12 60 41
Telefax: 036-16 87 98

Skeria 2, 931 87 SKELLEFTEÅ
Besöksadress: Bockholmsvägen 1
Telefon: 0910-652 00
Telefax: 0910-652 65