TIME DATA MANAGEMENT

- En handbok

Peter Almström

Förord

Den här handboken är för dig som vill lära dig mer om Time Data Management (TDM) eller på svenska: tidsdatahantering. Den kan läsas från pärm till pärm för att få en överblick. Alternativt kan du slå upp det du vill läsa om via innehållsförteckningen till höger. Målgruppen är främst tekniker och chefer på tillverkande företag som är nybörjare på området eller vill börja om från början och bygga upp bra tidsunderlag från grunden. Många ämnen i handboken berörs enbart översiktligt men det finns hänvisningar till fördjupande litteratur eller webbsidor.

Handboken är ett resultat från forskningsprojektet TIMEBLY vilket är finansierat av Vinnova och deltagande företag. De företag och forskningsorganisationer som deltagit i projektet är Chalmers, KTH, Högskolan i Skövde, Fraunhofer-Chalmers Centrum för Industrimatematik, RISE, Solme AB, BAE Systems Bofors AB, Swegon Operations AB, Scania CV AB, Strömsholmen AB och Saab Dynamics AB.

Trevlig läsning!

/Peter Almström, författare och projektledare

© Författarna

Samtliga personer som bidragit till handboken presenteras på sista sidan.

Grafisk formgivning: Sandra Mattsson, RISE.

Grafiken på framsidan är genererad av DALL-E och publicerad i enlighet med avtal från OpenAI.

Tryckeri: Ale Tryckteam AB, Bohus, 2024

Den digitala versionen är fri och den tryckta versionen säljs genom MTM-föreningen i Norden.

Innehållsförteckning

1. Varför Time Data Management?.....4

1.1 Fördelar med bra tidsunderlag.....4

1.2 Tidsunderlag och Lean.....5

2 Tid och produktivitet.....6

2.1 Definiera olika tider.....6

2.2 Vad är värdeadderande tid?.....7

2.3 Verktid, omställningstid och fördelningstid....8

2.4 Effektivitet och produktivitet.....9

2.5 Produktivitetsfaktorerna: Metod, prestation och utnyttjandegrad.....9

3 Aktiviteter.....12

3.1 Att definiera aktiviteter.....12

3.2 Operationssteg.....13

3.3 Operationsstegstyper.....14

4 Tidsbestämning.....15

4.1Tidsbestämning och TDM-mognad.....15

4.2 Tidbestämningsmetoder.....16

4.3 Välja rätt tidsbestämningsmetod.....17

5 Mäta tid.....18

5.1 Klocktidsstudie.....18

5.2 Prestationsbedömning.....18

5.3 Videotidsstudie.....20

5.4 Frekvensstudie.....20

5.5 Automatisk registrering.....21

5.6 Tider som är svåra att bestämma.....22

6 Bestämma planerad tid.....24

6.1 Elementartidssystem.....24

6.2 SAM.....24

6.3 Simulering med digitala människomodeller.....25

7 Tidblock.....27

7.1 Vad är tidblock?.....27

7.2 Precision och kostnad.....27

7.3 Tidblock med variabler.....28

7.4 Exempel på tidblock och gränssnitt.....29

7.5 Arbetsgång för att utforma tidblock.....30

7.6 Hjälpmedel för att utforma tidblock.....31

7.7 Tidblock för att uppskatta kostnad.....32

7.8 Tidblock för planering.....32

8 Administrera TDM system.....34

8.1 Tidsdatakvalitet.....34

8.2 Uppdateringar.....35

8.3 Organisation för TDM.....36

8.4 IT-stöd för TDM.....36

8.5 Best practice TDM: Scania Time Setting System……..36

9 Referenser och hänvisningar.....38

10. Personer som bidragit till handboken.....39

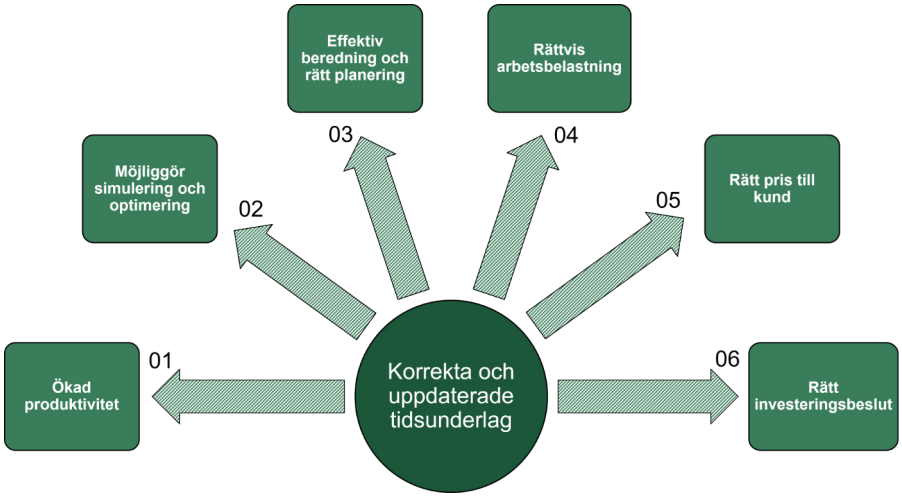
1. Varför Time Data Management?

1.1 Fördelar med bra tidsunderlag

Många företag har en dålig kvalitet på sina tidsunderlag. Ett tidsunderlag är tidsdata som är lagrad i planeringssystem eller databaser och som används för att planera produktion, beräkna kostnader och fatta olika beslut kring till exempel investeringar. Tidsunderlagen lagrade i datasystem tenderar att inte stämma med tider i verkligheten, på verkstadsgolvet. Många chefer tänker att tidsskillnaden är liten och konstant men i själva verket är den stor och väldigt varierande.

Det finns flera anledningar till den rådande situationen, såsom att tider sätts på ett felaktigt sätt från början eller att tider inte uppdateras när det sker förändringar i produktionen. En investering i en robot kan till exempel kraftigt reducera cykeltiden, men planeringsavdelningen som har hand om tidsunderlagen i planeringssystemet har inte fått den uppdaterade tidsförändringen. Det är vanligt att företag överhuvudtaget inte rör ett tidsunderlag som en gång lagrats i systemet (Almström och Winroth, 2010). Det kan också finnas olika tider för samma aktivitet lagrade i olika system för olika syften. Den viktigaste orsaken till att det ser ut så här är företagsledningarnas brist på insikt i betydelsen av att ha korrekta och uppdaterade tidsunderlag.

Med digitaliseringen har många företag börjat inse att deras tidsunderlag inte är tillräckligt bra för att fatta viktiga beslut på; det här gäller både operativa och strategiska beslut. Tidsunderlagen



Figur 1. Korrekta och uppdaterade tidsunderlag ger ökad produktivitet, möjliggör simulering och optimering, leder till rätt planering, ger rättvis arbetsbelastning, rätt pris till kund och rätt investeringsbeslut.

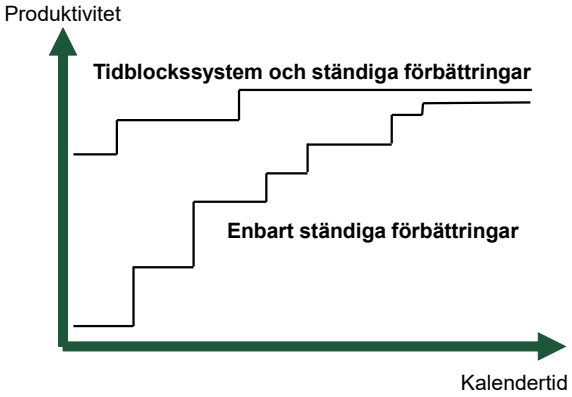
används till exempel som bas till offertberedningar och investeringskalkyler. Men de tiderna som ligger i datasystemen är ofta inte lika med den tid det tar i verkligheten. Det här leder till att optimeringsalgoritmer inte kan användas, produktiviteten blir låg eftersom planeringen får ta höjd för att tiderna inte stämmer och det är svårt att veta om arbetsbelastningen är rättvis, både mellan två operatörer och gentemot företaget (figur 1).

Det är viktigt att förstå att bra tidsunderlag kräver en del arbete att utforma och att underhålla. Det finns en avvägning mellan satsad tid och nyttan, som vi återkommer till.

1.2 Tidsunderlag och Lean

För fyrtio till femtio år sedan, när ackordslön var den vanliga löneformen i verkstadsindustrin, hade företag bra kvalitet på tidsunderlagen. Utan korrekta tidsunderlag fick inte arbetarna rätt lön. När de flesta på 1970-80-talen gick över till fasta månadslöner försvann mycket av motivationen till att uppdatera och upprätthålla kvaliteten på tidsunderlagen (Luthman med flera, 1990). Under en tid kunde många företag fortsätta att använda de gamla tidsunderlagen, men med nya produkter och förbättrade processer blev tidsunderlagen sämre över tid. Med nya organisationsformer blev det också ”fult” att mäta tider. Företagen ville skapa förtroende och inte ”jaga” arbetarna som man gjort förr. De företag som upprätthållit tidsunderlagens kvalitet är främst de som har haft montering med driven lina. Bra tidsunderlag är en nödvändighet för att balansera en lina. I övriga tillverkningsindustrin har tidsstudiekompetensen bokstavligt talat gått i pension.

Runt millenniumskiftet fanns en utbredd attityd att produktion inte skulle bedrivas i högkostnadsländer som Sverige. En omfattande outsourcingvåg drev genom industrin. Framför allt montering av produkter med stort manuellt arbetsinnehåll försvann till låglöneländer. Dock kom man till sans och många insåg att det fanns mycket som kunde förbättras. Inspirationen kom från Japan och Lean produktion slog igenom som lösningen för att effektivisera även arbete i högkostnadsländer. Fokus var på ständiga förbättringar, vilket är logiskt när förbättringspotentialen är stor i befintligt arbete. Företagen började åter med arbetsstudier för att standardisera och hitta slöserier. Tyvärr nämner den populära Lean-litteraturen enbart tidsstudier med stoppklocka som metod för att sätta tider (se till exempel Liker, 2021). Toyota använder säkert ett eget tidblocksystem för att sätta korrekta tider på arbete som befinner sig i designfasen, men det framkommer inte i böckerna, och därför tror många att tidsstudie med klocka är en tillräcklig metod. Vi kommer senare i handboken förklara varför det inte är tillräckligt och hur ett tidblocksystem kan hjälpa varje företag att göra mer rätt från början och sedan tillämpa ständiga förbättringar (figur 2).



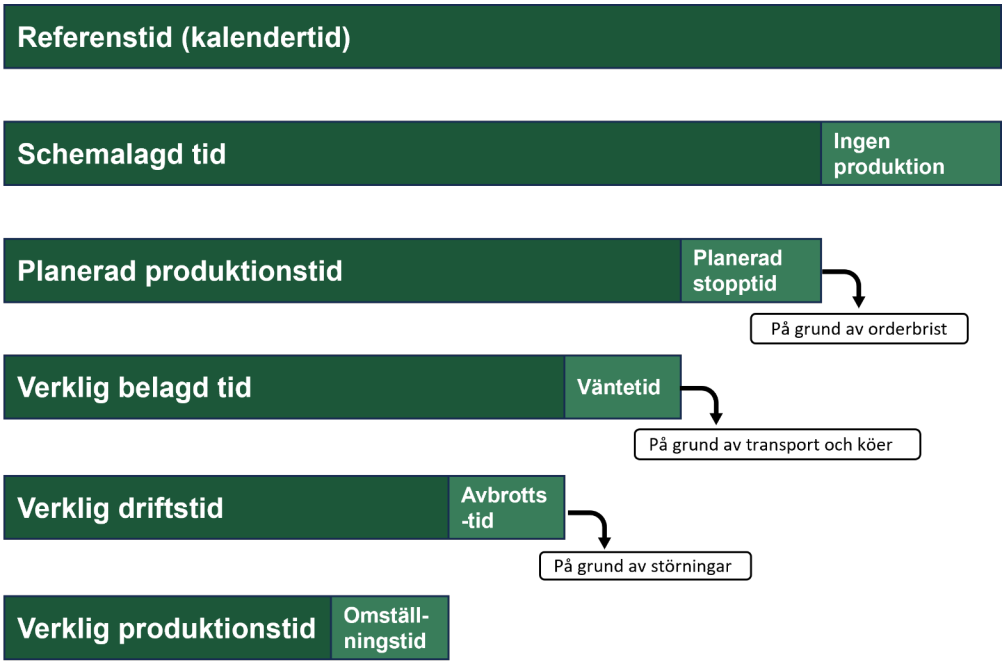
Figur 2. Tidblockssystem i kombination med ständiga förbättringar leder till högre produktivitet på kortare tid än enbart ständiga förbättringar.

2. Tid och produktivitet

2.1 Definiera olika tider

Det finns många typer av tid som ett industriföretag måste bemästra. Det finns planerade tider, utfallstider, cykeltider, omställningstider, ledtider, genomloppstider, fördelningstider och så vidare. Det kanske låter uppenbart, men faktum är att det är få företag som har en riktig standard för hur tider definieras och som dessutom använder den standarden. Vad en tid kallas i den mjukvaran som företaget använder för att administrera och använda tidsunderlagen, till exempel i ERP-systemet (Enterprise Resource Planning), blir ofta en de facto-standard. Bristen på ändamålsenlig standard gör att man pratar förbi varandra eller att uträkningar av mätetal blir fel och inte jämförbara inom samma företag.

Varje företag bör upprätta en intern standard för tidsdefinitioner som passar den egna verksamheten och som utgår från de begrepp som brukas på företaget. Exempel på hur standarden kan se ut visas i tabell 1.



Figur 3. Varje företag bör upprätta en intern standard för tidsdefinitioner. Tidsdiagrammet är en översatt exempel på tider som standardiseras i ISO 22400 (ISO, 2014).

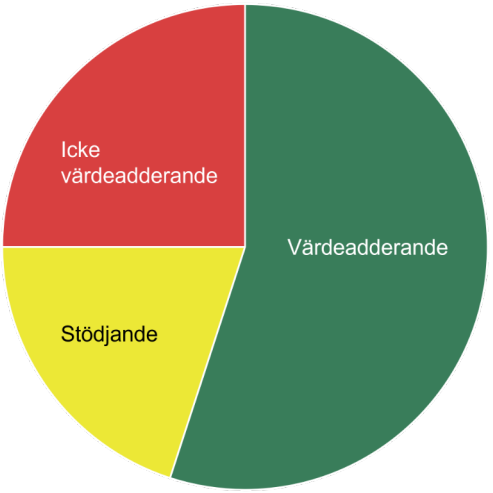
Tabell 1. Definition av cykeltid och omställningstid.

Namn	Enhet	Definition
Cykeltid	Sekunder	Tid från start av montering av en produkt till start av montering för nästa produkt.
Omställningstid	Minuter	Tid från sista komponenten i batch n till start av första komponenten i batch n+1.

En svensk standard finns för olika tider och relaterade begrepp i TNC 49 Produktionsteknisk ordlista (Tekniska nomenklaturcentralen, 1971). Det finns även en betydligt nyare internationell standard; ISO 22400 (ISO, 2014), som innefattar definitioner av tider för verkstadsindustrin (figur 3).

2.2 Vad är värdeadderande tid?

Med fokus på det som skapar värde för kunden och minska slöserier, blir det naturligt att tala om värdeadderande tid. Det kan låta som en enkel storhet att definiera, men det är det inte. Även om en aktivitet tillför värde till kunden behöver den inte vara effektivt utformad eller utförd. Till exempel en robot som laddar och lossar arbetsstycken i och ur en maskin är troligen mer effektivt än att ha en operatör som gör det, om volymen är hög och variationen liten. Det är inte heller så enkelt att den värdeadderande tiden ska vara en så stor andel av tillgänglig tid som möjligt. Det finns mängder av aktiviteter som behöver utföras för att de värdeadderande aktiviteterna ska kunna utföras. Materialhantering tillför till exempel inte värde till kunden, men är nödvändigt. Ska då all tid som logistikpersonalen spenderar på arbetet betraktas som slöseri? En analys av en arbetsuppgift som resulterar i en fördelning av värdeadderande, stödjande och ej värdeadderande (figur 4) tid fungerar för vissa aktiviteter men långt ifrån alla. Ett företag som tar ständiga förbättringar på allvar behöver därför först noggrant definiera *alla* aktiviteter, analysera och ifrågasätta hur de utförs och hur lång tid de tar.

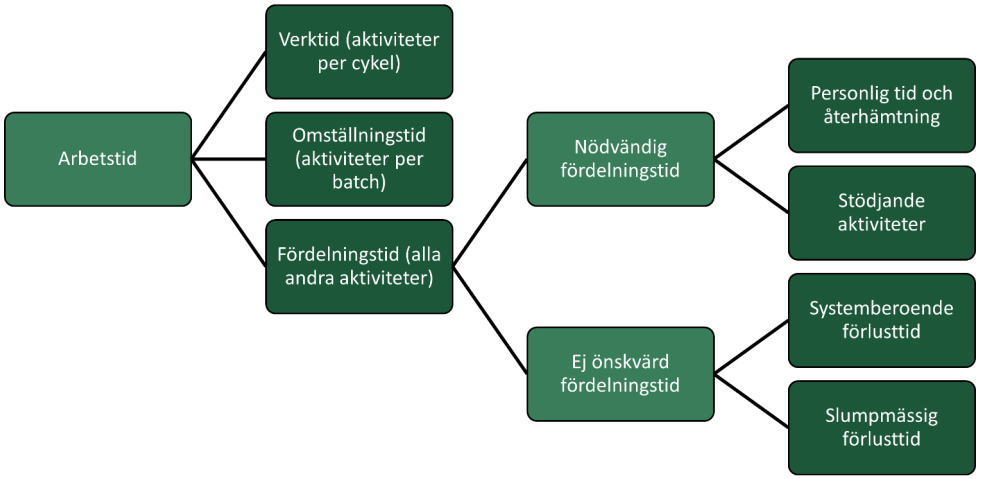


Figur 4. En analys av en arbetsuppgift kan resultera i en fördelning av värdeadderande, stödjande och ej värdeadderande tid.

2.3 Verktid, omställningstid och fördelningstid

Traditionellt har begreppet fördelningstid använts för att ange den tid som ägnas åt det som inte är värdeadderande tid (verktid) eller omställningstid (figur 5). Fördelningstid kan delas upp i dels tid som ägnas åt nödvändiga men inte värdeadderande aktiviteter, såsom materialhantering, möten och städning, och dels alla andra ej önskvärda men ibland nödvändiga aktiviteter. Omställningsarbete och annat som utförs per batch brukar inte räknas till fördelningstid, men däremot kan olika typer av fördelningstid vara del av omställningstiden. Det finns många olika varianter på nedbrytning av tid i olika kategorier. Den viktiga poängen är att varje företag måste komma fram till en relevant intern standard för företagets behov.

Om målet med tidssättningen är att få fram en tid som går att använda för planering, kostnads- eller kapacitetsberäkningar, så måste man även mäta eller bedöma fördelningstider samt omställningstid. Ofta behandlas fördelningstid som en klump i planeringssystemet, till exempel genom att alla operationstider multipliceras med en konstant faktor. Detta kan få planeringen att gå ihop över ett längre tidsintervall, men det är troligt att variationen mellan olika maskiner och produkter är så stor att tidsplaneringen blir mer eller mindre meningslös på daglig basis. Omställningstider behandlas på samma sätt. Omställningstider i verktygsmaskiner är ett bra exempel. Ofta har man antagit i planeringen att omställningstiden är den samma för alla maskiner och alla produkter. Detta antagande är förstås fel. Även i idealfall om man bortser från all variation i form av störningar och liknande, så kan omställningstiden variera inom en maskin beroende på vilken produkt man ställer om från och vilken man ställer om till. Omställningstiden från produkt A till B behöver inte vara samma som omställning från B till A i samma maskin. I ena fallet kanske en fixtur behöver kalibreras in och i andra fallet behöver man bara plocka ut fixturen. Industriföretag behöver ställa krav på leverantörer av olika datasystem som använder tidsunderlag för att få



Figur 5. Arbetstidens uppdelning i verktid, omställningstid och fördelningstid. Det finns många olika varianter på dylik uppdelning.

med mer detaljerad data med tider uppdelade på många fler kategorier än idag.

Fördelningstid är nödvändigt då en människa utför en arbetsuppgift. Vi kan aldrig förvänta oss att en människa ska kunna arbeta 100% av den betalda arbetstiden. Därför måste man avsätta tid till personlig tid och återhämtning. Denna tid är typiskt avtalad att vara 9% av arbetstiden, eller 5 minuter per timma (Kanawaty, 1992). Ofta slås dessa 5 minuter per timma ihop till en längre betald paus på för- och eftermiddagen. Ytterligare fördelningstid kan krävas beroende av arbetets karaktär och fysiska arbetsmiljöfaktorer såsom hög eller låg temperatur.

2.4 Effektivitet och produktivitet

Yttre effektivitet är att göra kunderna nöjda samtidigt som kostnader eller annan resursförbrukning minimeras (på engelska effectiveness). Inre effektivitet är att producera på rätt sätt och använda tillgängliga resurser på bästa möjliga sätt (på engelska efficiency). Båda synsätten kan användas för att definiera mätetal och båda är relaterade till produktivitet. Produktivitet definieras som output delat med input, där output och input kan vara många olika saker beroende på syftet. Produktivitet kan mätas på olika nivåer, från produktivitet på nationell nivå (bruttonationalprodukt delat på antal arbetade timmar i landet) till produktivitet för en enskild aktivitet (antal produkter per arbetad timme). Hög produktivitet ger hög inre effektivitet och hög produktivitet med rätt kvalitet ger hög yttre effektivitet.

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Produktivitet och effektivitet är också nära relaterat till kapacitet. Kapacitet kan mätas på två sätt, antingen som input-kapacitet eller som output-kapacitet. Input-kapacitet är den kapacitet man har investerat i och kan till exempel vara när en underleverantör har investerat i en fräsmaskin med en viss kapacitet i form av antal bearbetningstimmar per år. Output-kapacitet är resultatet av produktionen som mäts i antal produkter per tidsenhet. Ett exempel på output-kapacitet är antal stolar producerade per timme. Output-kapacitet kan på så sätt ha samma definition och mått som produktivitet. Produktivitet på aktivitetsnivå kan då mätas som antal produkter producerade per timme.

Ett annat mått som också mäts genom att ange antal produkter producerade per timme är efterfrågetakt från kund. Om efterfrågetakten inverteras, det vill säga 1 delat med efterfrågetakten, så kan vi få reda på takttiden, genom att beräkna sekunder per produkt. Takttiden är samma sak som den maximala cykeltiden i flaskhalsstationen i ett flöde. Inversen av cykeltiden är alltså det samma som produktivitet på aktivitetsnivå.

$$\text{Produktivitet (på aktivitetsnivå)} = \frac{1}{\text{Cykeltiden för aktiviteten}}$$

2.5 Produktivitetsfaktorerna: Metod, prestation och utnyttjandegrad

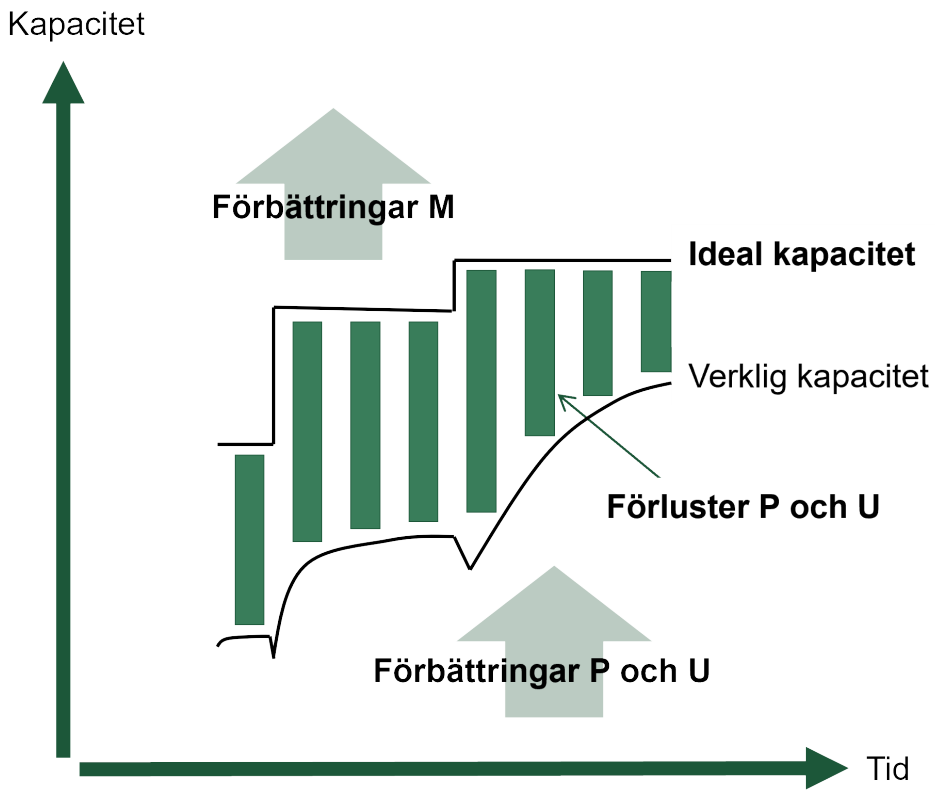
För att förstå vad som avgör hur lång tid en aktivitet tar är det viktigt att förstå produktivitetsfaktorerna: Metod, Prestation och Utnyttjandegrad (MPU). Dessa påverkar produktiviteten på aktivitetsnivå och cykeltiden

för aktiviteten. *Metodfaktorn* (M) anger hur arbetet är tänkt att utföras, vilka rörelser som behöver utföras, hur arbetsplatsen ser ut och vilka hjälpmedel, verktyg eller maskiner som ska användas. *Prestationsfaktorn* (P) avgörs av hastigheten som arbetet utförs med i förhållande till en hastighets- eller prestationsnorm. *Utnyttjandegraden* (U) bestäms av hur stor andel av arbetstiden som ägnas åt värdeadderande eller stödjande aktiviteter och hur mycket tid som behöver ägnas åt förluster såsom väntan och störningshantering.

Metodfaktorn ger en idealtid eller normtid som kan användas som en målsättning, medan prestationsfaktorn och utnyttjandegradsfaktorn avgörs av förluster och störningar som bör reduceras genom ständiga förbättringar. Målet är att hela tiden komma så nära idealtiden som möjligt. Ofta ökar P- och U-förluster direkt efter en M-förbättring för att operatörerna behöver lära sig den nya metoden och för att nya störningar uppkommer (figur 6). För att förklara mer i detalj vad som påverkar prestation och utnyttjandegrad kan vi dela upp dem i underfaktorer (tabell 2). Även kvalitetsutfallet påverkar produktiviteten på aktivitetsnivå, men till exempel kassationer som beror på manuellt arbete har oftast väldigt liten påverkan jämfört med M, P och U.

Tabell 2: Underfaktorer till Metod, Prestation och Utnyttjandegrad och vad de påverkas av.

Faktor	Underfaktor	Påverkas av
Metod		Hur arbetet är utformat för att fungera i idealfall.
Prestation	Personberoende	Fysisk förmåga och motivation till att arbeta fort.
	Färdighetsberoende	Individens färdighet genom träning.
Utnyttjandegrad	Personliga behov	Personens behov av mikropaus eller rast på arbetstid.
	Systemberoende	Systemets utformning, till exempel balanseringsförlust.
	Störningsberoende	Förluster som beror på slumpmässiga störningar.



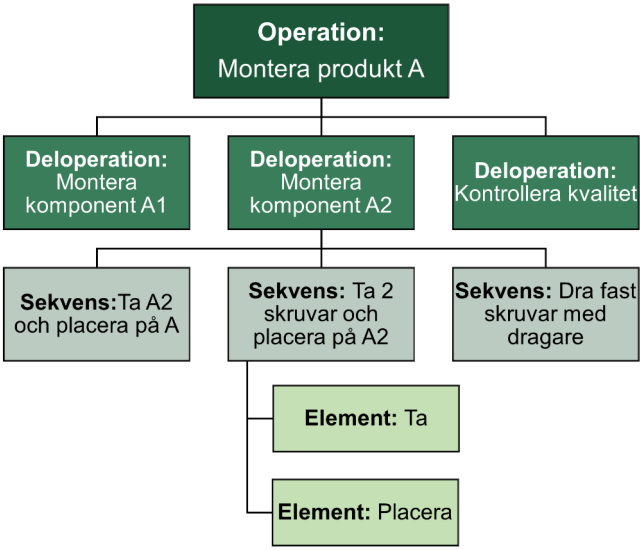
Figur 6. Metoden bestämmer ideal kapacitet, medan prestations- och utnyttjandegradsfaktorerna minskar den verkliga kapaciteten.

3. Aktiviteter

3.1 Att definiera aktiviteter

Inte bara benämningar för tider behöver standardiseras, även aktiviteterna som utförs i en produktion behöver ha standardiserade benämningar. Varje företag behöver ta fram sin egen standard för att det ska vara relevant för verksamheten. När aktiviteterna gås igenom kan det vara lämpligt att analysera och ifrågasätta aktiviteten (tabell 3). Det kan leda till insikter om aktiviteter som egentligen innebär samma sak, som utförs i onödan eller vid fel tidpunkt.

En definition av aktiviteter bör även inkludera en hierarki, se exempel på en sådan i figur 7. Översta nivån benämns Operation. I verkstadsindustrin är begreppet operation etablerat för att benämna en serie av aktiviteter och stödaktiviteter som utförs med en maskin eller i en station. Till exempel monteringsoperationen som då betecknar



Figur 7: Exempel på hierarki för aktiviteter.

Tabell 3: Systematisk analys av en aktivitet.

Fråga	Systematisk genomgång
Vad utförs?	Varför är det nödvändigt att utföra aktiviteten? Kan den elimineras?
Var utförs aktiviteten?	Varför utförs aktiviteten här? Kan den bättre utföras någon annanstans?
När utförs aktiviteten?	Varför utförs aktiviteten just då? Kan den utföras vid annan tidpunkt eller i annan följd?
Vem utför aktiviteten?	Varför utför den personen eller funktionen aktiviteten? Finns någon bättre lämpad?
Hur utförs aktiviteten?	Varför utförs aktiviteten på det sättet? Finns det en bättre metod?

monteringen av samtliga komponenter för en produkt vid en station. Operationer kan brytas ner i många hierarkiska nivåer om operationerna är stora och komplexa. I figur 7 ges förslaget Deloperationer som bryts ner i Sekvenser. Lägsta nivå i aktivitetshierarkin brukar benämnas Element, dessa är de minsta beståndsdelarna eller atomerna i TDM-systemet. Olika verksamheter har behov av olika minsta storlek (i form av tidsåtgång) för elementen. Att ta ett steg är dock typisk aktivitet som de flesta har nytta av att ha som ett separat element, eftersom varje steg är ett så tydligt slöseri.

3.2 Operationssteg

Med syftet att skapa ett effektivt TDM-system behövs principer för hur aktiviteter ska generaliseras och grupperas på de olika nivåerna i aktivitetshierarkin. Att dela upp och gruppera aktiviteter på ett systematiskt sätt kallas operationsstegsindelning. Alla aktiviteter i hierarkin kan vara ett operationssteg och kombinationer av aktiviteter på samma hierarkiska nivå eller på olika nivåer kan också forma operationssteg.

En viktig princip är att inte blanda aktiviteter som utförs med olika frekvens i samma operationssteg. I verkstadsindustrin är frekvensen baserad på produktionsprocessen och dess stödprocesser. Man bör skilja på aktiviteter som utförs:

- Varje cykel (till exempel monteringsarbete)
- Varje batch (till exempel omställningsarbete)
- Varje ny produkt (till exempel beredningsarbete)
- Enligt en viss regelbundenhet (till exempel förebyggande underhåll)
- Slumpmässigt (till exempel åtgärda störning)

Vid utformandet av operationssteg är det naturligt att sätta gräns för operationssteget då arbetet byter karaktär, antingen genom att aktiviteterna görs med annan frekvens eller att det är andra variabler som styr tidsåtgången för aktiviteten. Om operationsstegen ingår i aktiviteter i ett flöde som ska balanseras, är det naturligt att definiera operationssteg utifrån minsta balanserbara sekvens, till exempel är det inte logiskt att en montör hämtar ett verktyg utan att också använda det. En viktig distinktion är mellan aktiviteter som utförs oberoende av layout på stationen där aktiviteten utförs och de aktiviteter som är beroende av layouten. Om den distinktionen görs kan många operationssteg vara gemensamma och användas i flera olika fabriker på olika ställen i världen oavsett hur den specifika layouten ser ut på respektive ställe. Vidare finns fyra krav som varje operationssteg bör uppfylla. Operationssteget bör vara:

1. Allmängiltigt användbart, genom att benämningar generaliseras och görs användbara för mer än till exempel en komponent.
2. Upprepningsmöjligt, så att operationssteget kan multipliceras med antal gånger det utförs.
3. Kombinationsmöjligt, genom att gränserna mellan operationssteg har bestämts på ett smart sätt.
4. Beskrivande, så att det går att använda operationsstegsnamnet i en arbetsinstruktion.

Beskrivandekriteriet kan vara svårt att uppfylla om operationssteget är stort (innefattar lång tid), då kommer det antagligen att krävas mer detaljerade arbetsinstruktioner för att till exempel en montör ska kunna utföra arbetet. Olika företag har olika behov av detaljering och därmed storleken på operationsstegen, och det är alltid en avvägning mot arbetsinsatsen.

3.3 Operationsstegstyper

För att göra operationssteg allmängiltigt användbara så behöver aktiviteter generaliseras. Den generaliseringen är troligen inte uppenbar för något företag. När operationssteg utformas är det därför naturligt att börja med Specifika operationssteg (SOS) för en komponent i en operation. Efter hand som fler SOS formuleras kommer man att inse vad som är gemensamt och därmed kan abstraktionen göras, som leder till utformandet av Generella operationssteg (GOS). Till exempel om ett företag monterar flera mindre komponenter på en större basstruktur och alla komponenterna sätts fast med ett antal skruvar, så kan man komma till insikten att rörelserna som utförs av montören är väldigt lika oavsett vilken av småkomponenterna som monteras. Tiden i exemplet kommer mest bero på antal skruvar och då kan ett GOS formuleras som ”Montera liten komponent med N antal skruvar”. Om inte tidsskillnaden kan accepteras för att det skapar för stort fel i summeringen av alla operationssteg, så måste det generella operationssteget brytas upp i ytterligare detalj.

Enligt diskussionen tidigare om olika typer av aktiviteter, så kan GOS delas upp i flera olika typer som bör lagras i olika aktivitetshierarkier i olika bibliotek eller databaser. När det gäller aktiviteter som utförs varje cykel är det troligen viktigt för företag i större koncerner att skapa GOS som är layoutoberoende (LO-GOS) och skilja dem från layoutspecifika GOS (LS-GOS). De layoutoberoende GOS kommer att ägas av den koncerngemensamma produktionsutvecklings- eller beredningsavdelningen, medan LS-GOS kommer att ägas av respektive fabrik. Ägarskapet innebär att organisationen ansvarar för tidssättningen och uppdateringen, men namnen på LS-GOS kan vara koncerngemensamma. Till exempel ”Plocka komponent från materialfasad” är ett gemensamt namn, men tiden för operationssteget varierar beroende på layout.

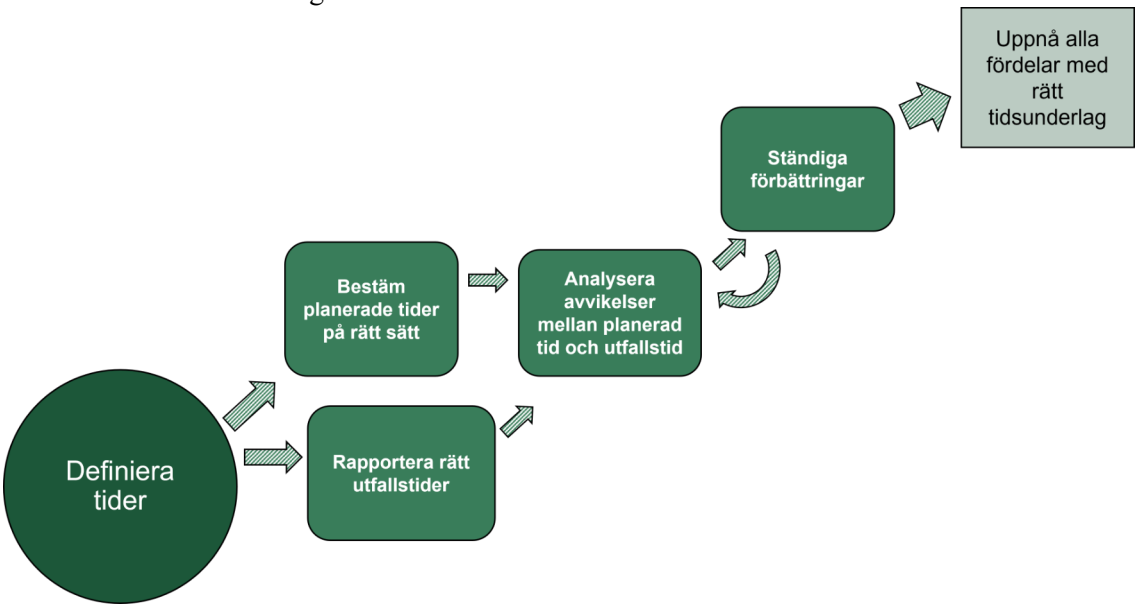
Aktiviteter som utförs med annan frekvens än per cykel såsom per batch eller regelbundet bör läggas i separata hierarkier för att inte blanda eller förväxla dem. Framför allt omställningsarbete är viktigt att standardisera och tidsätta så att det kan förbättras. Aktiviteter som utförs på ny produkt kanske utförs så sällan så att det inte finns behov av att standardisera och tidsätta. Störningsavhjälpningsaktiviteter är standardiserade på många högpresterande företag, men tidssättning kanske inte är nödvändig.

4. Tidsbestämning

4.1 Tidsbestämning och TDM-mognad

Både planerade tider och utfallstider behöver bestämmas på ett effektivt sätt, alltså med en rimlig arbetsinsats och med rätt kvalitet. För planerade tider, som också kan kallas normtid eller ideal tid, bestäms tiden för varje operationssteg innan arbetet finns i verkligheten. Det går alltså inte att mäta planerade tider utan tiden måste bestämmas på annat sätt. Verkliga tider eller utfallstid ska mätas med en för syftet lämplig metod och det finns flera att välja mellan. För att både bestämma en planerad tid och för att mäta en verklig tid, behövs en tydlig definition av aktiviteten som tar tid och vilken typ av tid det handlar om enligt avsnitt 2.1

Definiera olika tider. För att upprätthålla kvaliteten på tidsunderlagen över tid, behövs ständiga förbättringar. Det sker förändringar hela tiden i form av att aktiviteter tillkommer och försvinner, aktiviteter förbättras genom metodförändringar eller genom att P- och U-förluster minskas. För att kunna fånga dessa förändringar måste den verkliga tiden ständigt jämföras mot den planerade tiden, och skillnaden mellan dem analyseras. Om skillnaden beror på slumpmässiga avvikelser så kanske ingen åtgärd behövs, men om det beror på en förändring behöver tidsunderlagen uppdateras (Figur 8). Utan dessa ständiga analyser och förbättringar kommer företaget inte att kunna nå alla fördelarna som det innebär att ha rätt tidsunderlag.



Figur 8. Mognadstrappa för tidsdatahantering.

4.2 Tidbestämningsmetoder

Det finns många olika metoder för att bestämma planerade tider och mäta verkliga tider. Verkliga tider (eller utfallstider) är tider för aktiviteter som kan mätas medan de utförs. Planerade tider sätts eller utformas för aktiviteter som inte har utförts ännu och som alltså inte går att mäta. Rätt metod måste väljas för syftet med analysen och både planerad tid samt verklig tid måste bestämmas för att nå fördelarna med bra tidsunderlag. Figur 9 sammanfattar de mest vanliga tidsbestämningsmetoderna.

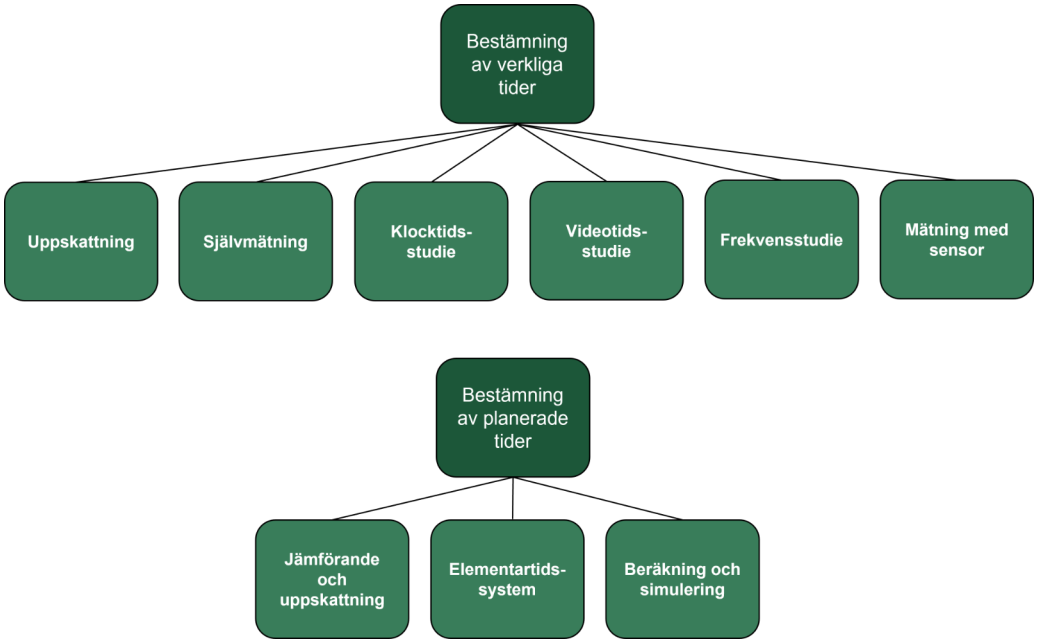
Uppskattning är tyvärr en vanlig metod att ”mäta” tiden för en aktivitet, vanligen går det till så att chefen frågar medarbetaren om hur lång tid som en aktivitet brukar ta ungefär. Svaret kommer bero på operatörens inställning och relation till chefen och företaget.

Uppskattningen kan också ske i form av att operatören rapporterar en utfallstid ”lite på känn”. Precisionen kan bli mycket dålig.

Självmätning kan resultera i lika dålig kvalitet på tidsunderlaget som vid uppskattning. Det är ofta enkelt att manipulera mätningen eller data som självmätningen resulterar i. Det går att göra självmätning både i form av klocktidsstudie och frekvensstudie med hjälp av för ändamålet utformade appar i mobiltelefonen.

Klocktidsstudie, videotidsstudie, frekvensstudie och mätning med sensorer behandlas i separata avsnitt nedan.

Jämförande och uppskattning är tyvärr en vanlig metod för att bestämma tid för planerade aktiviteter. Vanligtvis utgår man från en befintlig liknande aktivitet som har en tid lagrad i



Figur 9. Vanliga tidsbestämningsmetoder för verkliga och planerade tider.

planeringssystemet och antar att den nya aktiviteten kommer ta ungefär lika lång tid.

4.3 Välja rätt tidsbestämningsmetod

Det finns inte en tidsbestämningsmetod som är bäst för alla syften. De olika metoderna kräver olika insats för att använda i form av utbildning för analytikern eller investering i ny teknik. Det handlar alltid om en avvägning mellan tiden eller kostnaden för att utföra analysen och det resultat man förväntar sig. Syftet kommer att styra val av metod. I tabell 4 jämförs de fyra klassiska arbetsstudiemetoderna. Mätning med sensorer och 'beräkning och simulering' skiljer sig radikalt från dessa då de metoderna är beroende på teknisk utrustning och mjukvara för att utföra analysen. De klassiska arbetsstudiemetoderna utförs av en observatör som även analyserar resultatet, eller en analytiker som utför studien (i fallet med elementartidssystem). Att mäta fördelningstid är ett speciellt syfte för frekvensstudie.

Tabell 4: Jämförelse av fyra klassiska arbetsstudiemetoder: Klocktidsstudie, Videotidsstudie, Frekvenstidsstudie och Elementartidssystem.

Metod	Syfte	Fördelar	Nackdelar
Klocktidsstudie	Mäta tid i pågående produktion. Mäta maskintid.	Snabbt och enkelt. Enkelt att förstå resultatet. Ingen speciell utrustning.	Kräver prestationsbedömning för att vara tillförlitligt. Analytikern stör arbetet.
Videotidsstudie	Mäta tid i pågående produktion. Hitta metodförbättringar.	Enkelt att utföra. Stör inte arbetet. Enkelt att involvera operatörer i analysen.	Kräver utrustning och programvara. Tar längre tid än klocktidsstudie.
Frekvensstudie	Förstudie för att få överblick över en arbetsplats. Mäta fördelningstid.	Enkelt att utföra. Det enda sättet att mäta fördelningstid.	Design av studie och analys av resultat kräver djupare kunskap. Tar mycket tid om större tillförlitlighet behövs.
Elementartidssystem	Bestämning av planerad tid. Metodförbättring. Prestationsbedömning.	Det enda metoden att bestämma en planerad tid. Objektiv och rättvis. Detaljerad metodanalys.	Kräver utbildning och träning. Tar lång tid att utföra.

5. Mäta tid

5.1 Klocktidsstudie

Klockstudie är det vanligaste sättet att mäta utfallstid. Det är vanligt för att det upplevs som enkelt att utföra. Alla vet hur en stoppklocka (figur 10) fungerar och alla har tillgång till en stoppklockfunktion i sin mobiltelefon. Att använda stoppklocka för att mäta maskintid är inte svårt. Men att utföra en klockstudie på manuellt arbete på ett korrekt sätt är inte helt enkelt. Det finns flera aspekter som gör det mer komplicerat än man först kan tro eftersom prestationsfaktorn och utnyttjandegradsfaktorn påverkar utfallstiden. Det är också svårt att upprätthålla kvaliteten på tidsunderlag baserade på klocktidsstudier eftersom det krävs att klocktidsstudien görs om helt för varje förändring av produkt eller process.

Klocktidsstudie kan användas både för att bestämma en standardtid och för att kontrollera och följa upp en standardtid som har satts med en annan metod (till exempel elementartidssystem). I båda fallen behöver man, i studien, kunna separera avvikelser från standardmetoden och störningar. I fallet då en standardtid ska följas upp så kommer avvikelsen från standardtiden bero på prestationsfaktorn. I fallet då man vill bestämma en ny standardtid måste man se till att prestationsfaktorn hålls på rätt nivå, det vill säga 100% i de flesta fall. Det finns olika åtgärder för att tillse detta:

- Välj en erfaren operatör som är tränad för uppgiften.
- Mät flera cykler av samma arbetsuppgift: 10 är en tumregel.
- dentifiera och sortera ut cykler där störning eller avvikelse i metoden har förekommit.
- Använd genomsnittstid för återstående cykler.

Om prestationsfaktorn varierar från cykel till cykel behöver man göra en prestationsbedömning.

Figur 10: Bild på stoppklocka som användes förr med så kallad centiminut, alltså en minut är uppdelad i hundra delar. Hundrabas gör det enklare att huvudräkna. Foto: Peter Almström.

5.2 Prestationsbedömning

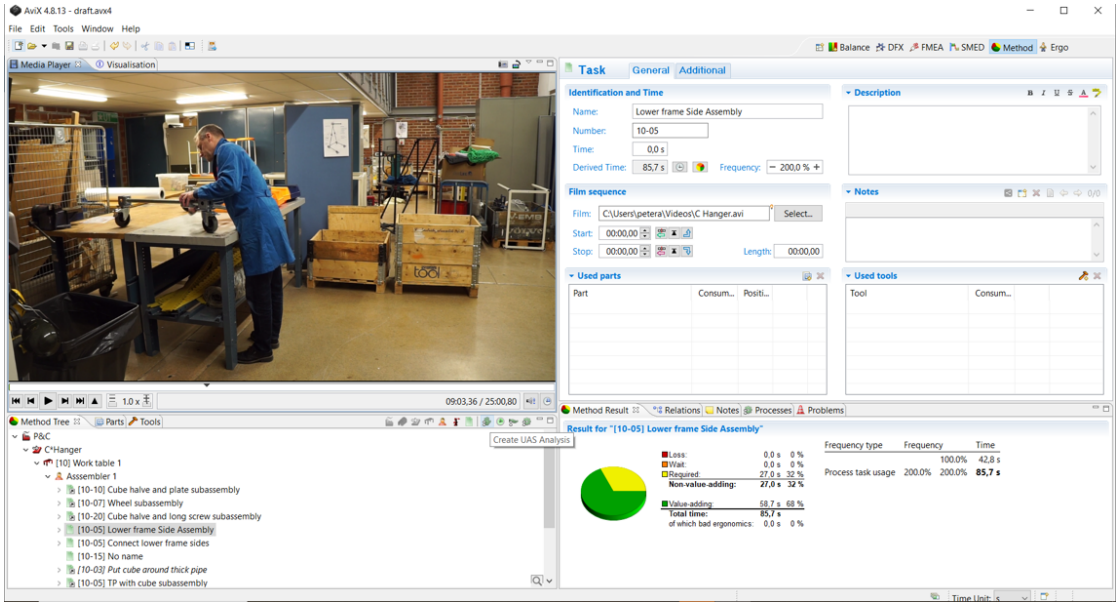
Prestationsfaktorn behöver beräknas eller bedömas då tidsstudier utförs. Det bästa sättet är att beräkna, vilket görs genom att dividera planerade tiden för en cykel det vill säga normtiden med den verkliga uppmätta tiden

enligt tidsstudien. Detta förutsätter förstås att det finns en normtid.

$$\text{Prestationsfaktorn} = \frac{\text{Normtid}}{\text{Uppmätt tid}}$$

Om den uppmätta tiden är kortare än normtiden betyder det att prestationsfaktorn är över 100%. Normtiden ska bestämmas med en metod som har avtalats mellan parterna på arbetsplatsen. Normtiden som fås från ett MTM-system innebär att hastigheten i arbetet kommer att vara på en hållbar nivå för ”normalarbetaren”, alltså personer som i sin fysiska prestationsförmåga befinner sig nära mitten på en normalkurva över populationens fysiska prestationsförmåga. Arbetshastigheten enligt MTM-normen är satt så att normalarbetaren inte ska bli utmattad eller skadad av arbetet. Det finns förstås personer som befinner sig i båda ändarna av normalkurvan och som antingen inte klarar av att arbeta så fort alternativt som klarar av att jobba mycket fortare. Det är etiskt tveksamt att avtala en prestationsfaktor över 100% (enligt MTM-normen). Om inte företaget konsekvent lyckas rekrytera personal som har en fysisk prestationsförmåga som ligger över genomsnittet och som dessutom kan hålla samma nivå hela arbetslivet, riskerar man att skada personalen.

Det andra sättet att bestämma prestationsfaktorn är att göra en visuell bedömning av hastigheten i arbetet. Detta är svårt att göra och kräver träning och erfarenhet för att nå tillräcklig noggrannhet. Om en tidsstudie med stoppklocka utförs och det inte finns någon normtid att tillgå, krävs det dock att denna metod används för att bestämma en standardtid.



Figur 11: Bild från användargränssnittet för AVIX. Under videofönstret finns aktivitetshierarkin och till höger analys av enskild aktivitet överst med övergripande analys under.

5.3 Videotidsstudie

Ett bättre alternativ till att använda stoppklocka är att filma arbetet som utförs och sedan analysera filmen. För att genomföra en tidsstudie med video finns det specialiserad programvara, till exempel AVIX från Solme AB (figur 11). Fördelarna med videotidsstudie jämfört med klocktidsstudie är flera:

- Det är enklare att involvera operatörerna i analysen och man kan göra analysen i grupp för att få omedelbar acceptans från de som utför jobbet.
- Det räcker ofta att filma en cykel av arbetet, eftersom det går att se på filmen vad som till exempel är störningar och ska utelämnas från analysen.
- Videofilmandet stör operatören mindre än då en klocktidsstudie utförs, främst för att en eventuell diskussion om vad som utförs och hur operationssteg ska delas upp kan göras efteråt, när analysen utförs.
- Det går att upptäcka metodförbättringar eller avvikelser från den tänkta metoden med hjälp av filmen. Det kan handla om till exempel säkerhetsrisker eller ergonomiproblem.
- En videofilm av arbetet är bra för att lära upp ny personal.

Precis som vid klocktidsstudie behöver prestationsfaktorn bestämmas om syftet är att bestämma standardtider. I AVIX görs detta genom att jämföra med normtider från elementartidssystem som finns integrerat i programvaran. Nackdelen med videotidsstudie är att det kan uppfattas som integritetskränkande att bli filmad och att det finns risk att personuppgifter kan spridas i form av personer som syns på film. Detta kan undvikas om man låter bli att filma ansikten eller maskerar dem. En annan nackdel är att metoden kräver teknisk utrustning och mjukvara att utföra.

5.4 Frekvensstudie

Frekvensstudie är en statistisk metod som till skillnad från en kontinuerlig tidsstudie baseras på stickprov. Fördelen är att observationerna sprids över tiden, typiskt från en dag upp till en vecka, vilket gör att aktiviteter som inte tillhör arbetscykeln, det vill säga fördelningstid, kan mätas. Frekvensstudier används alltså vanligen som ett komplement till tidsstudie eller för sig själv i syfte att hitta olika förluster i form av störningar och annan oplanerad fördelningstid. Objekten som studeras är vanligen operatörer eller montörer, men metoden lämpar sig även för administrativt arbete.

Studien kan utföras på två sätt:

1. Stickprov vid slumpmässiga tidsintervall på ett utvalt objekt i en förbestämd ordning eller på alla objekt i studien.
2. Stickprov med konstant tidsintervall på slumpmässigt objekt.

Alternativet med konstant tidsintervall är att föredra om den som utför studien ska ha möjlighet att planera annat arbete mellan observationerna eller få en jämn arbetsbelastning om intervallet är kort mellan observationerna.

Antalet stickprov som behövs för att uppnå tillräcklig noggrannhet ges av följande formel (Zandin, 2001):

$$n = \frac{z^2 s(1-s)}{f^2}$$

där n är minsta antal stickprov, antal standardavvikelser z beror av valt konfidensintervall, sannolikheten s för att en aktivitet ska äga rum i observationsögonblicket och f är den acceptabla felgränsen (standardavvikelsen). Med 95% konfidens blir z = 1,96 och med 99% konfidens blir z = 2,57.

För att beräkna minsta antalet nödvändiga observationer behöver först en förstudie utföras för att få ett ungefärligt grepp om vilka aktiviteter som ska framhävas i studien. Man bör sträva efter att gruppera aktiviteter i så stora och jämnt fördelade grupper som möjligt eftersom den minst frekventa aktiviteten kommer att bestämma totala antalet observationer. Om minsta aktiviteten (eller grupp av aktiviteter) som är intressant att framhäva i studien antas bli 10% (s) och ± 1% är ett acceptabelt fel och acceptabel konfidens är 95% fås:

$$n = \frac{1{,}96^2 \times 0{,}1(1 - 0{,}1)}{0{,}01^2} = 3457{,}44$$

Detta betyder att minst 3458 observationer krävs för att den minst frekventa aktiviteten av intresse ska vara ”sann” inom ± 1% med 95% sannolikhet. Om t.ex. minsta intressanta aktiviteten förväntas bli endast 1% blir slutresultatet nonsens om felet samtidigt är ± 1%. Den relativa avvikelsen är i detta fall 100%. En lägre felgräns behöver därför väljas beroende på syftet med studien och krav på precision. Rekommenderade felmarginalen för olika syften ges i tabell 5, alla syften i tabellen är dock inte relevanta för frekvensstudier. Värdet från tabellen multipliceras med uppskattat värde för minsta intressanta aktiviteten för att få acceptabelt fel.

$$f = f_{syfte} \times s_{minsta\ intressanta\ aktivitet}$$

Till exempel om minsta intressanta aktiviteten uppskattas från en förstudie att vara 15% och syftet är att finna förbättringsmöjligheter, så blir f = 0,08 × 0,15 = 0,012 = 1,2%. Poängen är alltså att det acceptabla felet beror både på minsta intressanta aktiviteten och på syftet med studien.

5.5 Automatisk registrering

Mätning med automatisk registrering innebär att man har någon form av teknisk utrustning med sensorer och databehandling som mäter tiden för en aktivitet. Det kan vara allt från en ljussensor som indikerar när en produkt åker förbi på ett transportband och som därmed gör att man kan räkna ut cykeltiden för produkten genom att mäta tiden mellan två produkter, till avancerade AI-algoritmer som tolkar rörelser och mäter tiden för dem från strömmande video i realtid. Den tekniska utvecklingen går fort inom området och tekniken blir både bättre och billigare.

Den enklaste formen av sensor är en knapp som operatören trycker på för att kvittera att operationen är slutförd. Speciellt vid manuellt taktade monteringslinor är detta vanligt. Alla montörer på alla stationer måste kvittera innan monteringslinan rör sig framåt. En mer avancerad variant är digitala arbetsinstruktioner vid varje monteringsstation där montören kvitterar varje arbetsmoment genom att klicka på skärmen (figur 12). Om arbetsinstruktionen har en standardtid, kan man jämföra planerad tid med verklig tid för varje cykel.

Figur 12. Digitala instruktioner med kvittering i Casat från H&D Wireless AB. Fotot återgivet med tillstånd från H&D Wireless AB.

5.6 Tider som är svåra att bestämma

Vissa aktiviteter är svåra bestämma en planerad tid för och samma aktiviteter kan även vara svåra att mäta en verklig tid för. Det finns flera anledningar till dessa svårigheter:

1. Svårt att bestämma på grund av variation.

a. Plockläget för en komponent är slumpmässig på grund av hur komponenterna levereras och förpackas.

b. Komponenter eller verktyg befinner sig på slumpmässiga ställen på grund av brist på standard.

2. Svårt att bestämma på grund av komplex geometri.

a. Geometrin medför många mikrorörelser såsom vändningar och greppändringar.

b. Komponenten är liten vilket gör att rörelserna blir väldigt små.

c. Mycket justeringar behövs för att positionera ett objekt.

3. Svårt att bestämma på grund av att standard för arbetet saknas.

a. Variationen i arbetet är för stort för att standardisering ska vara rationellt. Det kan till exempel handla om hantverksmässigt arbete.

b. Då aktiviteten utförs sällan är det troligen inte rationellt att ha en standard för den.

c. Operatörerna tillåts ha personliga preferenser för hur aktiviteten ska utföras.

Den första åtgärden bör vara att standardisera aktiviteter som kan standardiseras, inte enbart för att göra det enklare att mäta, utan även för alla andra fördelar med att ha ett standardiserat arbete, till exempel för att säkerställa kvaliteten, planera produktionen och bedriva förbättringsarbete.

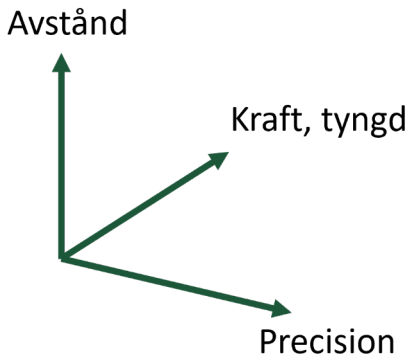
Tidsstudie med video är bättre än klocktidsstudie för att mäta mikrorörelser som utförs till exempel vid montering av kablage. Men om det är en slumpmässighet i hur komponenterna levereras fungerar inte videotidsstudie heller. Ett alternativ är att göra en statistisk analys med en grupperingsmetod (engelska slotting) (Freivalds och Niebel, 2009). Den bygger på att man utför ett stort antal tidsstudier på olika fall av till exempel kablagemontering. Utifrån ett paretodiagram kan grupper identifieras och en genomsnittstid för gruppen kan bestämmas. Grupperna avgränsas med någon variabel, till exempel antal kontakter i kablaget. Sedan kan man använda den variabeln för att bestämma en tid för en ny komponent utan att behöva göra fler mätningar.

6. Bestämma planerad tid

6.1 Elementartidssystem

Det finns många olika elementartidssystem och de är alla konstruerade utifrån tanken att allt arbete kan brytas ner till ett begränsat antal grundrörelser och att det går att bestämma en standardtid för var och en av dessa rörelser. Standardtiderna är baserade på människans fysiska förmåga, det vill säga vad personen klarar av utan att bli skadad eller utmattad. Tiderna är bestämda utifrån statistisk analys av en mängd olika arbetsuppgifter och representerar medelvärden för olika individer. Tiden för varje element påverkas av tre variabler: avstånd, kraft och precision (figur 13). Elementartidsanalysen är nödvändig för att kunna bestämma planerad tid för ett manuellt arbete i beredningsfasen. Det är också det bästa sättet för att utföra en prestationsbedömning, genom att normtiden som fås av elementartidsanalysen jämförs mot observationstiden från en tidsstudie.

Det finns många olika elementartidssystem och de första utvecklades redan på 1910-talet. På 1940-talet utvecklades MTM (Metod Tid Mätning) (Maynard et al., 1948) som är grunden för de elementartidssystem som är dominerande i världen idag. Idag kallas det första systemet MTM-1 och det ligger till grund för en rad olika förenklade system som bygger på kombination av MTM-1 element. Elementen i MTM-1 är mycket detaljerade och därför ger systemet hög precision, men på bekostnad av att det tar lång tid att lära sig och lång tid att utföra analyser. Det mest använda MTM-systemet i världen idag är det tyska systemet MTM-UAS (Universal Analysing System). Det MTM-system som



Figur 13: Tre variabler avgör tiden för rörelser.

används mest i Sverige heter SAM (Sekvensbaserad Aktivitets- och Metodanalys) (MTM-föreningen i Norden, 2024).

6.2 SAM

Elementartidssystemet SAM utvecklades på 1980-talet av en grupp med representanter från olika svenska industriföretag inom ramen för Svenska Rationaliseringsföreningen (Luthman med flera, 1990). Tanken med SAM är att analysen med metoden ska vara enkel att utföra. Analysen utförs utifrån två naturliga sekvenser i vanligt industriarbete: Hantera objekt eller Hantera verktyg. Hantera objekt innefattar två aktiviteter: taga och placera och Hantera verktyg innefattar: taga, placera, använda och återlämna verktyget. I SAM finns tre avståndsklasser: 10 cm, 45 cm och 80 cm.

Datakortet för SAM (figur 14) är indelad i grundaktiviteterna Taga och Placera, kompletterande aktiveter som Böja och Steg,

samt ett antal repetitiva aktiviteter för några vanliga aktiviteter som utförs med hög frekvens. De repetitiva aktiviteterna har skapats för att minska felet i analysen som skulle uppstått om analysen gjordes med Taga och Placera. Tiden i datakortet anges i TMU (Time Measurement Unit) som är en hundratusendel av en timma. Tiden för till exempel ett steg är 15 TMU som då motsvarar 15×3600/100000 = 0,54 sekunder. I en analys summeras tiderna för alla ingående element i ett protokoll eller i en programvara. En certifierad analytiker genomför en analys på omkring 25 gånger studerad tid, vilket är mycket snabbare än till exempel MTM-1, men som fortfarande innebär en omfattande investering i arbetstid. Certifikat utfärdas av MTM-föreningen i Norden efter godkänd kurs. Föreningens syfte är att upprätthålla MTM-standarden och styrelsen består av företagsintressenter, akademiska experter och representanter från arbetsmarknadens parter.

6.3 Simulering med digitala människomodeller

Digitala människomodeller är en teknik som har potential att bestämma tider för planerad

MTM-Föreningen i Norden
email: info@mtmnorden.com

Användning av dessa värden utan utbildning leder till felaktiga tolkningar!

Tider i TMU. 1 TMU = 0,036 sec

Rörelsens längd i cm	**≤10**	**>10 to ≤45**	**>45**
Distans klass	**10**	**45**	**80**

Grundaktiviteter		**Kod**	**10**	**45**	**80**
			TMU		
Taga	Styckvis	**GS**	10	20	25
	Handfull	**GH**	40	50	55
Placera	Direkt	**PD**	10	20	25
	Precision	**PP**	25	35	40
Tillägg				**Kod**	**TMU**
Placera med vikt - vikt tillägg				**AW**	10

Kompletterande aktiviteter	**Kod**	**TMU**
Anbringa kraft	**AF**	15
Steg	**S**	15
Böja och resa sig	**B**	60

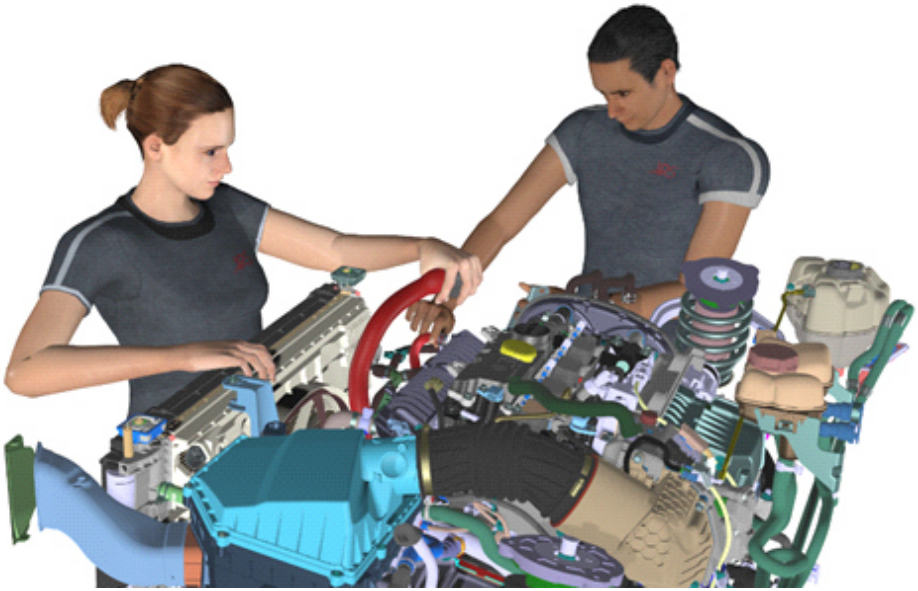
Upprepad aktivitet	**Kod**	**10**	**45**	**80**
Fram och tillbaka	**FA**	10	25	35

Skruva Tid per varv		**Kod**	**Gäng Diameter**			
			≤4	**(4)-7**	**(7)-15**	**(15)-26**
			4	**7**	**15**	**26**
Fingrar	Lätt	**SA**	10	10	15	15
	Motstånd	**SB**	15	15	20	25
Skruv-mejsel	Lätt	**SC**	10	15	20	-
	Motstånd	**SD**	15	20	25	-
Yankee skruvmejsel		**SE**	15	15	-	-
Spärrnyckel		**SF**	15	20	25	35
Skiftnyckel		**SG**	30	40	50	60
Sexkant nyckel		**SH**	15	20	30	40
T-nyckel		**SI**	30	35	40	50

Repetitiva aktiviteter	**Code**	**TMU**
Hamra - per slag		
Lätt med handled	**HA**	10
Tungt med arm	**HB**	20
Läsa - per term		
Läsa en term - per term	**RA**	10
Läsa, jämföra termer - per term	**RB**	35
Läsa en skala - per skala	**RC**	40
Kontrollera kvalitet på ett objekt	**RD**	15
Skriva - per bokstav, figur eller tecke		
Skriva BLOCK bokstäver	**NA**	25
Skrivstil	**NB**	15
Veva - per varv	**CA**	15
Knappa - per tryck	**PA**	10

Figur 14: Datakort för SAM. Användning av SAM kräver utbildning och certifiering. Återgiven med tillstånd av MTM-föreningen i Norden.

produktion. I dagsläget används tekniken för att visualisera och bedöma ergonomin på arbetsstationer redan på designstadiet. Internationellt används ofta begreppet digital human modelling (DHM). Utvecklingen av DHM-verktyg startade redan på 60-talet. På liknande vis som CAD-verktygen har utvecklats för att bli allt kraftfullare, så har även DHM-verktygen genom åren blivit allt mer funktionella och användbara. En tydlig skillnad mellan CAD och DHM är att DHM-verktygen innehåller människomodeller, där dessa människomodeller, eller manikiner som de också kallas, kan varieras för att representera mångfald. Människans komplexitet och stora variation innebär att det finns många utmaningar kopplade till utvecklingen av DHM-verktyg. Så trots att DHM-utvecklingen gått framåt under lång tid så finns det många utmaningar kvar att lösa. En av dessa utmaningar är att förutse tillräckligt väl hur en människa rör sig för att utföra en viss uppgift. Kopplat till detta finns utmaningen att förutse hur lång tid en människa tar på sig för att utföra en uppgift, dvs inte att enbart förutse själva rörelsen i sig utan även dess hastighetsprofil. Vid planering av arbetsuppgifter, till exempel inom montering, är strategin i regel den omvända, alltså att manikinens arbete planeras utifrån en tid som bestämts med ett elementartidssystem. För att göra det enklare och snabbare att skapa simuleringar pågår utveckling för att kunna ge manikinen instruktioner på en högre (mindre detaljerad) nivå. Utveckling drivs även för att digitala människomodeller ska kunna prediktera tider för arbetsuppgifter där tidsunderlag saknas, men den tekniken är fortfarande i forskningsstadiet. Ett exempel på arbetssätt med manikin finns i mjukvaran IPS-IMMA (figur 15).



Figur 15. Manikiner i programvaran IPS-IMMA från Industrial Path Solutions Sweden AB.

7. Tidblock

7.1 Vad är tidblock?

Tidblock är kombinationer av element eller operationssteg till större enheter. Till exempel SAM kan sägas vara ett blocksystem baserat på MTM-1 element. SAM och andra elementartidssystem används som de är av många företag, men eftersom analyserna kräver mycket tid och specialiserad kompetens, så finns behov av enklare blocksystem. Detta gäller speciellt för mindre företag som inte har resurser att utföra detaljerade analyser. Även större företag som har stor variation i vilka produkter och varianter som tillverkas har nytta av att formulera tidblock för att göra analyserna mer rationella att utföra. Företagsspecifika blocksystem har funnits länge. På engelska kallas de för Standard Data (Zandin, 2001), vilket är tämligen intetsägande. Det nya i denna handbok är systematiken för hur alla företag kan skapa sitt egna blocksystem.

Blocken består av aktiviteter som är tidsbestämda med någon metod. Operationsstegsindelning är ett viktigt verktyg för att skapa bibliotek med aktiviteter som både täcker in alla varianter och samtidigt är effektivt använda. Tidssättningen av operationsstegen kan utföras med alla metoder vi har diskuterat i handboken. Om aktiviteterna utförs idag kan metoder för att mäta verklig tid användas, annars behöver man använda metoder för att bestämma planerade tider. Eftersom en komplett databas med operationssteg behöver innefatta både de aktiviteter som företaget utför idag och aktiviteter som troligen kommer att användas i framtida produktion, så ligger det nära till hands att anta att tider från ett elementartidssystem alltid behövs. Tider från ett standardiserat elementartidssystem som SAM ger flera andra fördelar:

- Prestationsfaktorn är bestämd av systemet och på en överenskommen nivå.
- Det går enkelt att modifiera operationssteg genom att lägga till eller dra ifrån element.
- Det är enkelt att förklara hur tiden är satt.

Det kommer alltid att finnas undantag, där elementatidssystem inte är bästa metoden för att bestämma tiden. De rationella skälen har diskuterats i avsnitt 5.6 Tider som är svåra att bestämma.

7.2 Precision och kostnad

I tidssättningsarbete finns alltid en avvägning mellan hur noggrann analysen behöver vara mot hur mycket tid eller kostnad som kan spenderas på analysarbetet. Förr i tiden när ackord var den rådande löneformen, spenderade tekniker flera veckors eller månaders arbete på att utveckla ackordsunderlag. Det var viktigt att precisionen var hög så att arbetarna fick rätt lön. Nu för tiden när ackordslöner är ovanliga är det troligen inte lika viktigt för de flesta företag att ha väldigt hög precision. Till exempel gick många företag från att använda MTM-1 till att använda SAM när löneformen ändrades från ackord till fast månadslön. Eftersom tidsunderlagen används till så många olika funktioner som är viktiga i olika livscykelstadier för en produkt och dess produktionssystem, varierar precisionskravet en hel del. För att hitta

förbättringar i pågående produktion behövs ingen hög precision, medan för att optimera produktionsplaner med hjälp av optimeringsalgoritmer behövs hög precision för att resultatet av optimeringen ska vara användbart. I tabell 5 finns rekommenderad precision för olika syften. Rekommendationerna är en sammanvägning av flera experters synpunkter. De rekommenderade precisionerna gäller vid högvolymproduktion. För låga volymer finns troligen mindre behov av precision. För kostnadsberäkningar, speciellt offertpris, så är troligen en tid som resulterar i överpris mer acceptabelt än ett underpris, sett ut säljande företagets synvinkel.

7.3 Tidblock med variabler

Ett operationssteg kan antingen ha en konstant tid eller en variabel tid. Tiden uttrycks med en tidsekvation. I dess enklaste form får tidsekvationerna följande uttryck för tiden T:

$T = K$, där K är en konstant

$T = V \times K$, där V är en variabel och K är en konstant

En variabel kan vara många olika saker, men absolut vanligast är antal av någonting, till exempel antal skruvar i ett montage. Variabler kan också vara till exempel en sträcka mätt i meter som bestämmer tiden för en svetsfog eller ytan i kvadratmeter som ska målas.

Totaltiden för ett tidblock räknas ut genom att summera tidsekvationerna från alla ingående operationssteg. Ett tidblock kan vara så litet som att innefatta bara ett element. Ett sådant specialfall är antal steg, med variabeln ”antal” och konstant tid per steg. Det är ofta en god idé att ha steg som ett eget tidblock för att det alltid är en förlust och att antalet steg kommer bero på layout som kan variera mellan olika stationer i samma fabrik där det utförs samma aktiviteter. Det kan i praktiken vara svårt att standardisera en layout, som skulle medföra ett standardiserat antal steg, för att lokalen sätter begränsningar.

Tabell 5: Rekommenderad precision för olika syften med tidsunderlagen.

Syfte	Rekommenderad precision ±%
Hitta förbättringsmöjlighet	8
Räkna ut lön	1
Planera produktion (schemaläggning, beläggning, sekvens)	5
Balansera en lina	4
Optimera produktionsplan (alltså med optimeringsalgoritm)	3
Räkna ut kostnad i tidiga faser	12
Räkna ut kostnad för köpa-eller-tillverkabeslut	9
Räkna ut offertpris till kund	7
Göra investeringskalkyl	10

En stor effektiviseringsmöjlighet som öppnas genom användandet av variabler, är att skapa förenklade gränssnitt till tidblocken. Istället för att användaren behöver se vilka operationssteg och tidsekvationer med konstanter och variabler som ingår i tidblocket, så räcker det att användaren ser namnet på tidblocket och förstår utifrån namnet i sig eller en utförligare beskrivning vilka aktiviteter som tidblocket omfattar. Sedan anger användaren enbart värdena för de variabler som ingår i tidblocket och får ett slutresultat i form av tid för den aktuella kombinationen av variabler. Ett experiment som utfördes inom TIMEBLY-projektet på Volvo Cars visade på en stor effektiviseringspotential. Tiden för en helt ny produkt på en befintlig monteringslina kunde bestämmas på en fjärdedel av tiden med hjälp av ett tidblocksgränssnitt, jämfört med befintligt arbetssätt. Tidblocksgränssnittet användes av en oerfaren användare medan befintligt arbetssätt utfördes av en erfaren tidssättare på Volvo Cars.

7.4 Exempel på tidblock och gränssnitt

Hur tidblocksgränssnitt hänger ihop med operationssteg och tidsekvationer illustreras av exemplet i figur 16. Operationsstegen definieras med ett beskrivande namn och hänsyn tas till att de ska vara kombinationsmöjliga, tillräckligt

Generella operationssteg (GOS) databas

Operationsstegs-definition	Tids-ekvation	Konstanter	Konstant tid	Variabler
Montera första skruv	T=A	A=Tid för första skruv	135 TMU	
Montera efterföljande skruv	T=(N-1)*B	B=Tid per skruv	55 TMU	N=Antal skruv
Återlämna verktyg	T=C	C=Återlämn-ingstid	40 TMU	

Parametriskt tidblock (PTB)

Montera skruv M8-M16

Montera första skruv

Montera efterföljande skruv

Återlämna verktyg

Tidsekvation
T=A+(N-1)*B+C

Tidblocksgränssnitt

Montera N skruv M8-M16

Ange antal skruv: 6

Total tid: 450 TMU (16,2 s)

Figur 16: Exempel på operationssteg, tidblock och tidblocksgränssnitt.

generella och om det är tillämpligt repeterbara. I exemplet är operationssteget ”Montera efterföljande skruv” repeterbart, övriga två är det inte. Till varje operationssteg bestäms en tidsekvation. Alla konstanter i tidsekvationerna tidsbestäms med den mest lämpliga metoden. I detta fall handlar det om enkla rörelser som troligen tidsätts bäst med ett elementartidssystem. En viktig poäng med operationsstegsdatabasen är att det är enkelt att skapa många varianter, i detta fall för olika dimension på skruvar.

Variablerna får inget värde i operationsstegsdatabasen. Tidblock kan sedan byggas upp av kombinationer av olika operationssteg. I detta fall används alla tre definierade operationssteg för att bygga upp tidblocket ”Montera skruv”. Eftersom det innehåller en variabel, kan vi kalla det för ett parametriskt tidblock. En total tidsekvation räknas ut genom summering av ingående operationsstegs tidsekvationer. Sedan kan ett tidblocksgränssnitt designas där enbart variabeln N antal skruv behöver matas in för att få en totaltid.

7.5 Arbetsgång för att utforma tidblock

Enligt mognadsmodellen för TDM är det första steget att definiera alla de tider som företaget behöver. Detta görs genom en intern standard. Det är lika viktigt att standardisera alla andra viktiga faktorer som kommer att påverka utformningen av operationssteg och tidblock, såsom namn på komponenter, verktyg och platser. Nästa steg är att bestämma en standardsyntax för att formulera operationsstegsnamn. En lämplig syntax kan vara till exempel ”[Verb][Komponent] på [Komponent] med hjälp av [Verktyg] vid [Plats]” eller mer konkret exempel ”Montera Vänster konsol på Ram med hjälp av Skruvdragare vid Monteringsstation”. Därefter kan själva formuleringen av operationssteg börja. Det är lämpligt att börja med produkter som tillverkas ofta eller som fordrar mycket manuellt arbete. Börja med några komponenter och formulera SOS. Utvärdera efter hand vilka likheter som finns i de rörelser som krävs och hitta gemensamheter som motiverar ett GOS. Storleken, alltså hur mycket tid ett GOS ska innefatta, är en avvägning mellan precision och kostnad. Använd de fyra kraven för att formulera operationssteg på rätt sätt (Allmängiltigt användbart, Upprepningsmöjligt, Kombinationsmöjligt och Beskrivande).

Fortsätt med alla komponenter och sträva efter att ha så få SOS kvar som möjligt som inte kan generaliseras till GOS. Arbetet kommer gå fortare och fortare ju fler GOS som redan är formulerade. Konstanter och variabler som styr tiden behöver definieras för varje operationssteg. Den viktigaste faktorn för att få så få SOS som möjligt är att tänka mer abstrakt och inte fastna vid att det till exempel är en specifik komponent som monteras utan se vilka likheter som finns i rörelserna som behöver utföras. Sista steget är tidsbestämning av både GOS och SOS som görs med den mest lämpade metoden. Under tidssättningen kan det uppenbaras problem som leder till att nya operationssteg behöver formuleras. Arbetsgången kan sammanfattas i följande punkter:

1. Definiera namn för komponenter, verktyg, maskiner och platser.

2. Bestäm syntax för att uttrycka operationssteg.

3. Börja med att formulera ett antal SOS.

4. Hitta gemensamma rörelser och formulera GOS efter hand.

5. Använd de fyra kraven för att avgränsa GOS.

6. Bestäm hur stora GOS får vara beroende på precisionskrav.

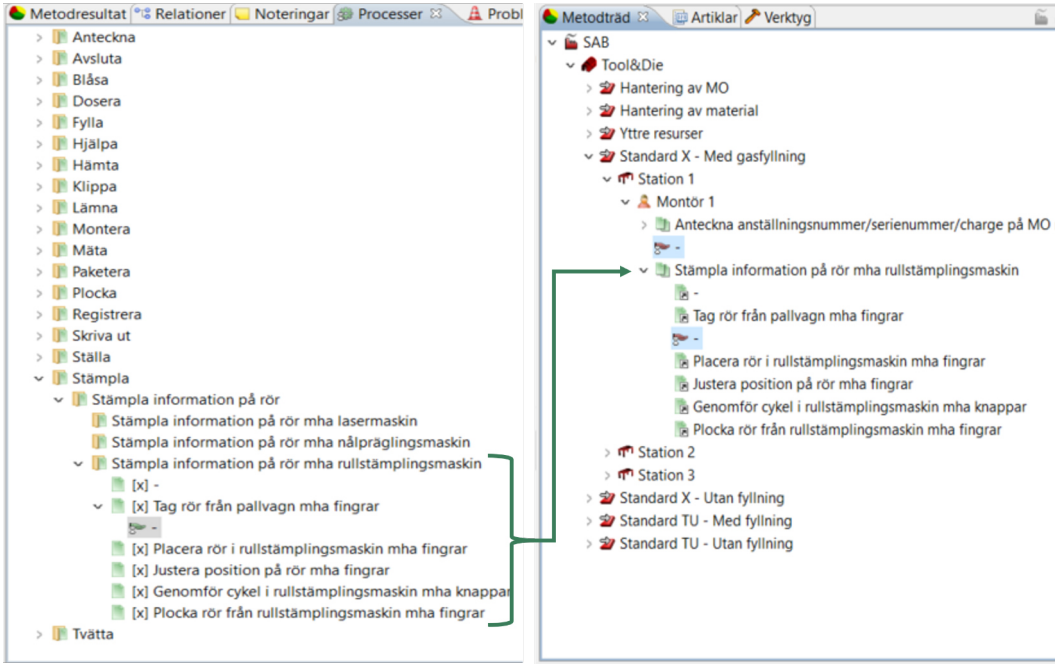
7. Sträva efter att ha så få SOS kvar som möjligt.

8. Definiera en tidsekvation med konstanter och variabler för varje operationssteg.

9. Bestäm tiden för GOS och SOS med lämplig metod.

7.6 Hjälpmedel för att utforma tidblock

För att följa arbetsgången på föregående sida krävs både att data finns tillgänglig och att det finns verktyg för att dokumentera och lagra data. Arbetsgången kommer att vara mycket annorlunda beroende på om produkterna och komponenterna som ska tillverkas eller monteras finns i produktion idag eller om det handlar om framtida produkter. Ett företag som inte har formulerat GOS och tidblock tidigare och ska starta upp arbetet har troligen redan en produktion och då handlar det om att observera och kanske filma den pågående produktionen samt diskutera metod och arbetsgången med operatörerna. Om arbetet inte är standardiserat,



Figur 17. Exempel från Strömsholmen AB på användning av tidblock i AviX.

så måste man börja med det. Ett arbete som inte är standardiserat är meningslöst att tidssätta.

I TIMEBLY-projektet har vi startat upp arbete med att skapa operationssteg och tidblock från grunden på tre företag. Arbetsgången på föregående sida bygger i huvudsak på erfarenheterna från detta uppstartsarbete. På alla tre företagen började vi med att dokumentera analysen i kalkylblad (till exempel Excel), det gjorde det enkelt att bygga upp en struktur. Iterationerna som behövs för att formulera och omformulera operationssteg blir också smidig att göra i kalkylblad. När alla komponenter gåtts igenom kan informationen från kalkylbladet föras över till ett program som hanterar tidssättning, till exempel AVIX. Generella operationssteg dokumenteras i funktionen som kallas Processer i AVIX. Exemplet i figur 17 visar hur olika GOS kombineras till ett tidblock utan steg. Stegen adderas sedan i beredningen av montering i en specifik station i fabriken. Operationssteg med tider och färdiga tidblock kan lagras i databaser så att de blir åtkomliga av användare på olika ställen i företaget.

7.7 Tidblock för att uppskatta kostnad

I tidiga faser av produkt- och produktionsutvecklingsprojekt finns stora behov av att bestämma eller uppskatta planerad tid för olika operationer. Tidblock med förenklat gränssnitt kan här komma till stor nytta om precisionen för den nya produktens totala monteringstid blir god nog. Till exempel kan någon som ska fatta beslut om att köpa en färdigmonterad komponent eller montera komponenten i egna verksamheten, använda ett gränssnitt som har konfigurerats av en expert.

Det vanliga sättet att bedöma kostnaden för en ny produkt i tidiga faser är att uppskatta kostnaden baserat på en befintlig produkt. Om istället monteringstiden för en ny produkt kan beräknas utifrån att operationssteg kombineras till ett tidblock kan osäkerheten i varje operationssteg bedömas och ett rimligare spridningsintervall för totalkostnaden kan räknas ut. En stor majoritet av operationsstegen kommer säkert att kunna användas som de är och osäkerheten finns enbart i ett litet antal operationssteg.

För ett underleverantörsföretag som löpande ger offerter till nya och gamla kunder kan tidblock med gränssnitt också vara användbart. Teknikerna kan skapa gränssnitt för ett antal produktkategorier med variabler som kommer att bestämma tid och kostnad.

7.8 Tidblock för planering

I driftsfasen av produktionen behövs tidsunderlag dagligen för att bestämma produktionsplaner med schema, beläggning, balansering och sekvens. En viktig fråga är hur olika typer av förluster som uppstår i produktionen ska hanteras i planeringen. Det vanligaste sättet är antagligen att anslå en fördelningstidsfaktor, alltså att multiplicera den ideala planerade tiden med en faktor, till exempel 1,2 om 20% fördelningstid antas. Detta tänker man i så fall täcker in alla typer av P- och U-förluster. Detta leder dock till att förlusterna ”försvinner” i den meningen att de inte går att mäta och inte heller går att förbättra. Ett bättre angreppssätt är det motsatta, att inte anslå någon fördelningstid, utan istället ha beredskap för att hantera alla störningar som kan uppkomma. Till exempel går det att hantera balanseringsförluster genom att ha personal som följer med tunga varianter genom monteringsflödet eller genom

att ha extrapersonal som går att kalla in fort vid en störning. Prestationsförluster ska inte förekomma alls om det inte handlar om en person som är ny på uppgiften, i övrigt ska alla hålla den överenskomna hastigheten i arbetet.

Tidsunderlagen i form av tidsekvationer kopplade till operationssteg ska alltså hållas fria från alla typer av förluster. Om hänsyn behöver tas till störningar i planeringen, bör det flaggas på speciellt sätt genom att det framgår att den tillagda tiden är tillfällig. Om en fördelningstidsfaktor används är det lätt att det göms och glöms, vilket leder till att fördelningstider multipliceras med varandra över tid.

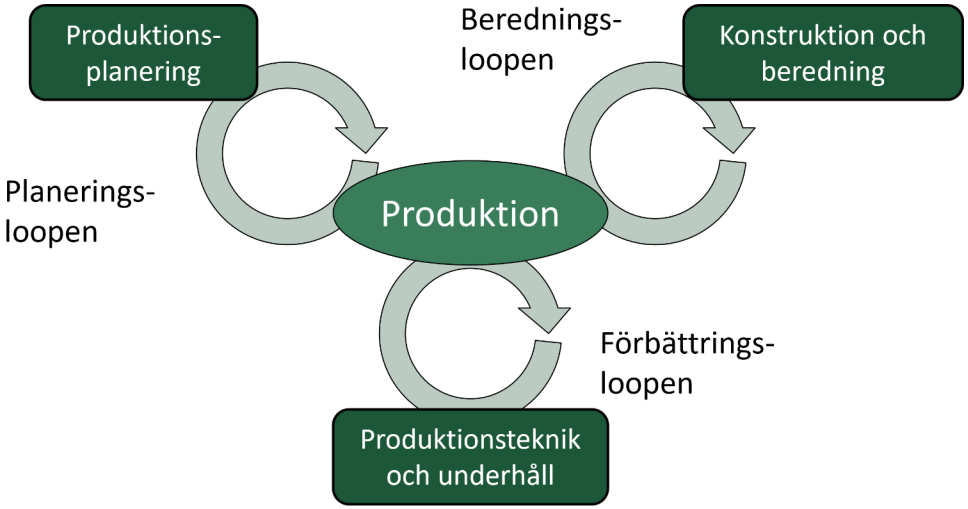
Det finns företag som använder sig av ”individuell sekvensordning” för olika kombinationer av varianter på produkten. Aktiviteter kan utföras på olika stationer i ett monteringsflöde beroende på sekvensen. Det försvårar skapandet av generella operationssteg och tidblock baserade på dem, om syftet med tidblocken är att balansera flödet. Det behövs tydliga principer för beredningen och operationsstegen behöver delas ner på finare detaljnivå, troligen ner på sekvensnivå eller till och med elementnivå enligt SAM-terminologin. Med så stort flexibilitetsbehov och behov av detaljer blir det inte meningsfullt att skapa tidblock för balansering och beläggningsplanering, men det kan fortfarande vara meningsfullt i tidiga faser för till exempel kostnadsberäkning.

8. Administrera TDM system

8.1 Tidsdatakvalitet

En av de största utmaningarna i TDM är att upprätthålla kvaliteten på tidsdata över tid. Många typer av förändringar och variation påverkar, eller borde påverka tidsunderlagen. Idag har många företag problem därför att tidsunderlagen i planeringssystem inte stämmer med tiderna i verkligheten. Förändringar av metoden i verkligheten, till exempel om produktionen automatiserar en ladda- och lossa-funktion i en maskin, måste få genomslag i tidsunderlagen. Men så sker inte alltid. Produktionen kan ha ett egenintresse av att ”hålla” på förbättringarna så att det ska bli lättare att nå produktionsmålen. Det kan också saknas kompetens för att studera arbete och förstå när montörerna har kommit på ett bättre arbetssätt som borde bli nya standarden.

Det finns även många typer av variation som inte ska resultera i en förändring av planerade tider. Det kan vara att personal är ny och inte fullt upplärd, alltså att P-faktorn drar ner output, eller att det är en kvalitetsbrist i inkommande komponenter som ger upphov till U-förlust. Det gäller alltså att systematiskt analysera skillnaderna mellan verklig och planerad tid för att förstå om skillnaden beror på variation i M, P eller U. För att få detta att fungera hållbart över tid behövs tre kommunikationsloopar till och från produktionsfunktionen (figur 18). Från planeringsfunktionen fås produktionsplaner baserade på planerade tider. Verklig tid måste



Figur 18: De tre kommunikationslooparna behövs för att säkra kvaliteten på tidsunderlagen.

mätas på något sätt för varje cykel eller batch och mätdata måste återkopplas till planeringen. På samma sätt behöver planerade tider som utvecklas av beredningen återkopplas från monteringen om avvikelser beror på att metoden inte följs för att till exempel montören hittat på en bättre metod. Slutligen måste avvikelser som beror på P- och U-förluster återkopplas till de funktioner i företaget som kan göra något åt orsakerna till variationen. En P-förlust kan till exempel bero på otydliga arbetsinstruktioner som är svåra att följa.

8.2 Uppdateringar

Varje förändring av produkt eller process som påverkar hur det manuella arbetet utförs, måste leda till en förändring av den standardiserade metoden och förändring av den planerade tiden. Om företagets TDM-system inte är lättförändrat nog, kommer ansvarig personal bortprioritera uppdateringen, vilket kommer leda till att kvaliteten på tidsunderlagen blir sämre över tid.

Alla processförändringar initieras dock inte av företaget. Det är naturligt att operatörer hittar en bättre metod över tid, genom att till exempel minska gångsträckor. Effekten av denna så kallade metodglidning blir att operatörerna får tid över. Det är vanligt att de använder den frigjorda tiden för att ”jobba upp sig”, det vill säga jobba i förväg så att personen kan ta en lite längre paus. Alltså att U-förlusten ökar. Alternativet är att den frigjorda tiden används för att jobba långsammare, det vill säga att P-förlusten ökar. Inget av de här två alternativen är bra för företaget över tid. Men det är ett dilemma, eftersom företaget säkert vill att operatörerna ska hitta metodförbättringar. Lösningen som gynnar båda parter är att det är överenskommet från början hur ofta som metoden ska revideras, det vill säga att man mäter verkliga tiden och jämför verklig metod med planerad metod. Om metoden har förändrats ska en ny planerad tid beräknas som kan jämföras med den verkliga tiden. Om det finns en avvikelse behövs en analys för att veta om det är P- eller U-förluster som utgör avvikelsen.

Många aktiviteter utförs inte ofta och då kan företaget välja att tillåta större risk för avvikelse mellan planerad och verklig tid. Freivalds och Niebel (2009) rekommenderar olika revideringsfrekvens beroende på summerad tid över ett år för varje aktivitet (tabell 6). För de flesta värdeadderande operationer är revision en gång per år troligen en rimlig kompromiss mellan precision och kostnad.

Tabell 6: Rekommenderad uppdateringsfrekvens (Freivalds och Niebel, 2009).

Antal timmar aktiviteten utförs per år	Uppdateringsfrekvens
0-10	En gång på tre år
>10-50	En gång på två år
>50-600	En gång per år
>600	Två gånger per år

8.3 Organisation för TDM

I stora företag behövs en central organisation med ansvar för att utveckla och upprätthålla TDM-systemet över tid. Speciellt blir det viktigt om företaget har olika fabriker med olika historiska erfarenheter av TDM och olika lokala kulturer kring vad som anses lämpligt vad gäller till exempel prestationsnivå eller att filma i produktionen. Prestationsnivån som är bestämd i MTM är satt utifrån genomsnittliga industriarbetare i USA på 1940-talet. Det går diskutera om det är relevant idag på alla platser i världen, men det man objektivt kan konstatera är att människans fysiologiska utveckling inte har förändrats speciellt mycket under senaste 80 åren. Det som då bestämdes vara en acceptabel prestationsnivå för ”normalarbetaren” gäller med stor sannolikhet idag också.

I globala koncerner måste alla delar av TDM-systemet översättas till de lokala språken. Därför behövs det centrala organisationer även för varje land eller språkområde. I varje fabrik behöver det finnas TDM-experter som kan föra ut förändringar från den globala organisationen och som kan fånga upp förbättringar av metod som kommer från den egna fabriken. Det viktiga är att samma standarder för allt från benämningar till principer för uppdateringar upprätthålls i hela koncernen.

Stora företag kan anställa egen personal med rätt TDM-kompetens, men det är svårare för mindre företag. Troligtvis tas en konsult in för att skapa ett tidblocksystem, men arbetet med standardisering kommer ingen undan. I slutändan är det en fråga för cheferna på företaget. Om inte högsta ledningen tycker att kvaliteten på tidsunderlagen är viktigt kommer TDM-systemet fallera efter en tid. För att upprätthålla kvaliteten är det nödvändigt att kontinuerligt lära upp nya personer och låta personalen gå kurser för att upprätthålla kompetensen.

8.4 IT-stöd för TDM

I en global koncern bör alla tidsunderlag lagras i databaser som ger åtkomst till samma data för alla användare. Många företag använder kalkylprogram (till exempel Excel) för att lagra tidsdata. Det är inte ett hållbart arbetssätt då antalet användare är stort eller när användarna är utspridda på olika platser.

Det finns flera TDM-programvaror som innefattar olika funktioner såsom bestämning av tider, lagring av aktivitetsstrukturer, beredning av stationer och flöden, balansering och mycket annat. Programvara som utvecklas av svenska företag är till exempel MBrain från Mtek AB, AVIX från Solme AB och Casat från H&D Wireless AB. Det finns även programvara från till exempel Tyskland och USA med liknande funktioner. Flera av storföretagen i Sverige har egenutvecklade programvaror med TDM-funktioner som lämpar sig för företagets specifika behov.

8.5 Best practice TDM: Scania Time Setting System

Scania CV AB använder ett tidblocksystem idag och företagets arbete med TDM har varit en inspiration för utvecklingen av det generella konceptet för tidblock som har presenterats i denna bok. Scania använde elementartidssystem förr, men slutade med det på 2000-talet och övergick till tidsstudier med stoppklocka och med video. Men arbetet med tidsunderlagen blev mer och mer ohållbart. Nya produktmodeller och varianter kom i allt snabbare takt och att upprätthålla kvaliteten på

tidsunderlagen var besvärligt och tog mycket tid. För varje förändring var man tvungen att filma arbetet och göra nya tidsstudier. Det fanns också en misstro mot tidssättningen från arbetarna och facket. Företaget återgick därför till elementartidssystem och började använda SAM. Men man ville göra analyserna mer rationellt och kom fram till att företaget skulle utveckla ett eget tidblockssystem baserat på kombinationer av SAM element, Scania Time Blocks (STB). Dessutom utvecklade Scania ett helt nytt TDM-system, inklusive en ny global organisation, som kallas Scania Time setting System (STS). Det nya systemet introducerades 2016 och har blivit en stor framgång. Kvaliteten på tidsunderlagen är mycket bättre och de ifrågasätts inte längre av medarbetarna. Att analysera med STB är mycket snabbare än med SAM och är dessutom lättare och snabbare att lära sig.

En viktig grund till framgången var att Scania redan innan var duktiga på standardiserat arbete. Man hade redan globala standarder för hur vanliga arbetsuppgifter ska utföras, kallade Scania Basic Skills. Steget till att tidsätta dessa standarder och hitta generaliseringar som kunde användas för att skapa STB var inte långt. Företaget har nu en global databas med alla STB som administreras av en central funktion som ansvarar för att standarden upprätthålls. Något hundratal tidblock är definierade i STB, men fler tillkommer då fler behov identifieras. Senaste tillskottet är tidblock för internlogistik.

Scania använder AVIX för tidssättning, beredning och balansering och STB finns implementerat i programvaran. Principen för tidssättning är att STB ska användas först och främst, men för aktiviteter som inte innefattas av något tidblock används i första hand SAM och i sista hand tidsstudier med video eller klocka (figur 19).

Figur 19: Scanias prioritetsordning för att bestämma planerade tider.

Referenser och hänvisningar

Almström, P., Winroth, M. (2010). Why is there a mismatch between operation times in the planning systems and the times in reality. Proceedings of APMS2010, Cernobbio.

Freivalds, A., Niebel, B. W. (2009). Niebel's methods, standards, and work design. McGraw-Hill, New York.

ISO (2014). ISO 22400-1:2014 Automation systems and integration - Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management - Part 1: Overview, concepts and terminology. ISO Geneva.

Kanawaty, G. (ed.) (1992). Introduction to work study. International Labour Organization, Geneva. Liker, J. (2021). The Toyota way. McGraw-Hill Education, New York.

Luthman, G., Bohlin, H., Wiklund, A. (1990). MTM i Sverige 1950-1990. Sveriges Rationaliseringsförbund, Stockholm.

Maynard, H. B., Stegemerten, G. J., Schwab, J. L. (1948). Methods-time measurement. McGraw-Hill, New York.

MTM-föreningen i Norden (2024). Webbsida https://www.mtmnorden.com/.

Tekniska nomenklaturcentralen (1971). TNC 49 Produktionsteknisk ordlista. Tekniska nomenklaturcentralen, Stockholm.

Zandin, K. B. (ed.) (2001). Maynard's industrial engineering handbook. McGraw-Hill Education, New York.

Personer som bidragit till handboken

Författare och forskare i TIMEBLY-projektet:

Peter Almström, Chalmers tekniska högskola.

Peter Mårdberg, Johan Carlson, Fraunhofer-Chalmers Centrum för Industrimatematik.

Dan Högberg, Högskolan i Skövde.

Yongkuk Jeong, Magnus Wiktorsson, Kungliga tekniska högskolan.

Sandra Mattsson, Björn Backman, Daniel Gåsvaer, RISE.

Personer som deltagit i TIMEBLY projektet:

Anders Johnson, Mats Larsson, Saab Dynamics.

Patrick Antonsson, Lauras Vinteris, Johan Karlsson, Linda Svensson, Lars Hanson, Scania CV.

Daniel Larsson, Felix Brandt, Jeanette Ahlén, Joel Lundahl, BAE Systems Bofors.

Tobias Hedlund, Peter Lööke, Sara Ring, Jenny Wännström, Jörgen Wahlman, Kristian Lindahl, Strömsholmen.

Patrik Åhman, Niklas Örtenhahl, Johan Andersson, Swegon Operations.

Oskar Ljung, Mattias Silfver, Solme.

Andra personer som bidragit till handboken:

Veikko Turunen, Bert Carl, Tony Jurstedt, MTM-föreningen i Norden.

Åsa Fasth-Berglund, Stena Recycling.

Victor Hedén, Högskolan i Skövde.

Jesper Broberg, H&D Wireless.

Johan Peterson, Lernia.

Michael Bergström, Göteborgs tekniska college.

Mathias Eliasson, Liselott Erixon, Volvo Cars.

Leif Funke, Volvo Penta.

Handboken har tagits fram via projektet Timebly, Time Data Management Automation for Manual Assembly. Projektet finansieras av Vinnova, 2021-02524