



# DATAINSAMLING OCH ANALYS AV SERIEPRODUKTIONSSYSTEM GENOM ATT KOMBINERA VIDEO- OCH PERSONDATORTEKNIK

Tomas Engström och Per Medbo  
Institutionen för Transportteknik, Chalmers Tekniska Högskola  
412 96 Göteborg

## SAMMANFATTNING

Denna artikel behandlar aspekter på datainsamling och analys av serieproduktionssystem utgående från våra tidigare erfarenheter av sk förlustanalyser vid slutmontering av fordon. Artikeln beskriver en vidareutveckling av dessa analyser med hjälp av en utrustning som består av en persondator vilken synkroniserats med en videoutrustning. Denna utrustning är ett viktigt komplement till de tidigare förlustanalyserna som utförts med hjälp av data som funnits att tillgå i de aktuella fallstudierna i form av tidsstudier, produktbeskrivningar, budgetinformation, etc, eftersom utrustningen förmår registrera faktiska skeenden på verkstadsgolvet.

## 1 INTRODUKTION

Vi har under de gångna sjutton åren arbetat med att analysera och utforma serieproduktionssystem i svensk verkstadsindustri. I detta sammanhang har vi utnyttjat teorier som beskriver förluster i serieproduktionssystem, sk förlustanalyser eller serieflödesteori. Syftet har varit att utvärdera befintliga produktionssystem i förhållande till tänkta modifieringar i dessa system, men även att kvantifiera värdet av alternativa produktionssystem. En förlustanalys innebär att man jämför ett produktionssystem eller delar därav med ett idealiskt system som enbart erfordrar ett minimum av mänskliga och maskinella resurser. Skillnaden mellan det observerade produktionssystemets resursbehov och det idealiska beskrivs med ett antal förluster (Engström et al, 1981; Engström et al, 1993). Dessa förluster innebär exempelvis vid repetitivt arbete längst ett löpande band förluster (Wild, 1975) p g a (1) svårighet i att fördela arbetsuppgifter jämnt så att samtliga montörer har en jämn och hög beläggning (balanseringsförlust), (2) att en stor andel av arbetscykeln åtgår till att hantera material och verktyg samt (3) att montören har en varierande arbetstakt varför det vid seriekoppling längs en line uppstår väntetider eller behov av extra personal för att man skall erhålla den förväntade produktionen (systemförlust). Att dessa förluster är omfattande framgår av tabell 1.

De förlustanalyser vi hittills utfört för att jämföra olika produktionssystem med varandra har i stor utsträckning baserats på tidsstudier, produktbeskrivningar, budgetinformation, etc, dvs den data som funnits att tillgå i de studerade fallen. Vi har insett att vi i behöver verifiera dessa analyser och vidareutveckla dessa teorier ytterligare med hjälp av mer detaljerad data från "själva verkstadsgolvet". Detta innebär att vi behöver ett universellt instrument som förmår registrera skeenden i verkligheten oavsett det är frågan om montering av fordon, en staplingskrans rörelser i ett lager, arbete att ladda och plundra en press, etc. Detta behov har gjort att vi intresserat oss för att kombinera video- och persondatorteknik. Ett sådant instrument torde rätt utformad ge oss tillgång till en detaljerad empiri genom att vi exempelvis kan fastställa spridningsmått samt medför dessutom möjlighet att konstruera analytiska modeller för skeenden som vi idag finner otillfredsställande klarlagda.

*Tabell 1. Förluster i olika produktionssystem för slutmontering av personbilar (Ellegård et al, 1992). Skillnaden mellan de olika produktionssystemen är att de har olika flödesmönster, d v s (A) serieflöde motsvarar traditionell linemontering, (B) semiparallellt flöde innebär att personbilen byggs i ett antal seriekopplade produktionsavsnitt vilka består av en kombination av intern parallellisering och serieflöde samt (C) organiskt flöde där flödet är parallelliserat så att hela produkten byggs på en arbetsstation där flödet av produkter till och från arbetsstationen successivt förgrenar sig (därav benämningen organiskt flöde). Dessa tre typer av produktionssystem är idealiserade och nedan angivna förluster är beräknade utifrån att samma personbil byggs i samtliga tre system. Motsvarande verkliga produktionssystem skulle kunna vara Volvo Torslanda, Saab Automobiles fabrik i Malmö samt Volvo Uddevallaverken.*

	A Serieflöde	B Semiparallellt flöde	C Organiskt flöde
Balanseringsförlust (%)	30	15	5
Hanteringsförlust (%)	25	20	15
Systemförlust (%)	80	30	20
Totalförlust (%)	135	65	40

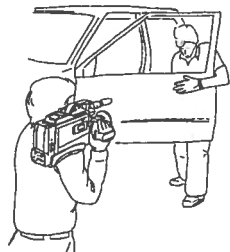
## 2 DEN NUVARANDE DATAINSAMLINGS- OCH ANALYSUTRUSTNINGEN

Vi har i begränsad omfattning prövat att utföra datainsamling och analys av monterings- och materialhanteringsarbete vid fordonstillverkning med hjälp av videoteknik (Brynzer et al, 1993). Vi använde först ett konventionellt kalkylprogram som ett avancerat tidtagarur för att kunna registrera tider för olika aktiviteter som sedan utgjort indata till förlustanalyser. Detta utfördes utan synkronisering mellan persondatorn och videobandspelaren. Liknande utrustning har utvecklats i Japan och har används för att registrera tidspridningar, vilka bildat underlag för simuleringar av produktionssystem, (Oba et al, 1993).

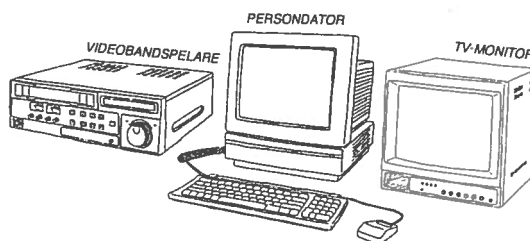
Vi har även, efter en smärre modifiering, använt en synkroniserad persondator- och videoutrustning som utnyttjats för studier av byggarbetsplatser (Bengtsson et al, 1983; Bengtsson et al, 1986). Denna utrustning var på grund av tillämpning och datormiljö endast i begränsad omfattning användbar för våra syften. Vi fann det därför nödvändigt att utveckla en egen utrustning anpassat till vår datormiljö (Macintosh) och våra tillämpningar för att på detta sätt öka analys hastighet och reliabilitet. Avsikten var även att självständigt kunna bedriva utvecklingsarbetet. Den stora fördelen med detta var att vi fick möjlighet att skräddarsy analysförfarandet. Den utrustning vi för tillfället har består av videokamera för datainsamling, bandspelare, TV-monitor och persondator med egenutvecklat analysprogram. Vid analys av den inspelade filmen

spelas först tidkod in på ett av videobandets ljudspår. När bandet är tidkodat kan bandspelaren identifiera varje enskild bildruta. Bandspelaren som styrs av persondatorn lämnar ifrån sig information om vilken bildruta som spelas upp. Detta medför att det är möjligt för analysprogrammet att bestämma

DATAINSAMLING

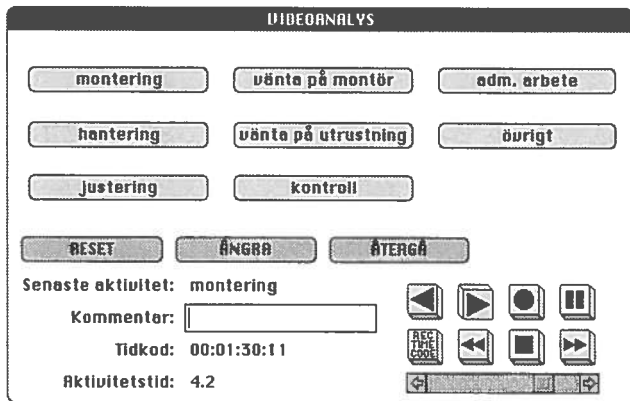


ANALYSUTRUSTNING



*Figur 1. Utrustning för datainsamling och analys.*

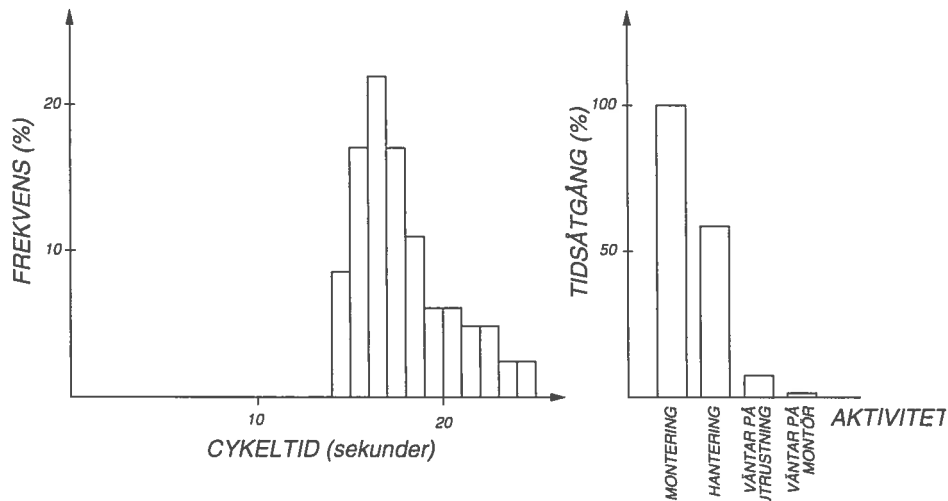
tidsförloppet för en filmsekvens med en upplösning som motsvaras av en bildruta. I vårt fall används videotekniken VHS som visar 25 bilder per sekund. Upplösningen blir alltså 0,04 sekunder. Analysen av den insamlade datan utförs genom att identifiera och registrera på förhand kategoriserade aktiviteter. Registreringen sker genom att med persondatorns pekdon markera knappar i ett fönster på bildskärmen. Dessa knappar motsvarar de olika aktiviteterna. Till varje registrerad aktivitet kan en kommentar skrivas in. Knapparnas namn och placering i fönstret kan utformas efter behov. Från fönstret på persondatorns bildskärm manövreras även



Figur 2. Exempel på hur analysprogrammets fönster kan se ut på persondatorns bildskärm.

bandspelaren. Uppspelningshastigheten av videobandet kan varieras stegvis från en bild i taget upp till tio gånger den inspelade bandhastigheten. Detta medför att registrering av var en aktivitet slutar och nästa tar vid kan utföras med stillastående band så att noggrannheten i registrering motsvarar en filmruta, men även att sekvenser med låg aktivitetsfrekvens kan studeras vid hög bandhastighet för att förkorta analys tiden. Det finns en funktion inbyggd för att ångra en felaktigt utförd registrering. Resultatet från en analys sparas som en textfil på persondatorns hårddisk. Textfilen behandlas sedan i godtyckligt kalkylprogram. Tidsåtgången för analysarbetet är ca tre till fyra gånger videofilmens längd. Detta

gäller vid helkroppsarbete som omfattar 10 – 15 aktiviteter med korta gångsträckor. Vid utvecklingen av analysutrustningen har vi valt att själva bygga upp internkompetens, så att vi direkt förmår att modifiera utrustningen efter sådana tillämpningar som är aktuella för flera av våra olika forskningsfält. Avsikten är alltså att successivt utkristallisera ett generellt instrument.



Figur 3. Diagrammet till vänster visar tidsspridning för icke maskinstyrt repetitivt industriarbete, analysen omfattade 84 stycken arbetscykler. I det högra diagrammet visas tidsåtgången för olika aktiviteter vid monteringsarbete, analysen omfattade en arbetscykel vars längd var ca 20 minuter. Analyserna är utförda med vår utrustning.

### 3 UTRUSTNINGENS FRAMTIDA UTVECKLING

För att nå ökad reliabilitet och för att förkorta analystiden har vi identifierat behov av att vidareutveckla utrustningen genom att i framtiden bygga in följande funktioner: (1) Möjlighet att återupprepa och kontrollera analysen både för att justera utförda registreringar, men även för att fördjupa analysen i efterhand genom att lägga till ytterligare aktiviteter. (2) Datareduktion direkt vid datainsamlingen, genom att låta givare styra när videofilmningen skall ske, vilket bl a är aktuellt vid förlopp som sträcker över långa tidsperioder. (3) Förbättring av analysutrustningens användargränssnitt, exempelvis fotreglage för manövrering av uppspelningshastigheten, respons från persondatorn så att den "läser upp" vilken aktivitet som registreras och röststyrning (den aktivitet som skall registreras talas in). (4) Bearbetning av analysresultatet direkt i analysprogrammet, bl a framställning av diagram. (5) Komplettera videofilmnen med värden från givare som registrerats under själva filmningen.

### 4 SLUTSATSER

Den ovan beskrivna utrustningen är i första hand avsedd att komplettera vår pågående forskning. Den innebär tillgång till en helt ny empiri samt medför en betydande effektivisering av det arbetskrävande analysarbetet som ofta blir fallet av att registrera skeenden med hjälp av video. Utrustningen är även användbar för andra forskningsfält, såsom vid ergonomiska bedömningar och arbetsplatsutformning, bl a eftersom berörd personal kan föra en konstruktiv dialog utifrån data från det enskilda fallet. Man slipper att förlita sig på generaliserad information som kanske inte alls är giltig. Om utrustningen kan utvecklas i generell riktning, så som skisserats ovan, kommer tillämpningsområdet att öka ytterligare.

NYCKELORD: Aktivitetsanalys, arbetsplatsutformning, materialflödesanalys, videoanalys.

#### REFERENSER:

- Bengtsson, S. och Björnsson, H. 1983, Produktivitetsstudier med videokamera och mikrodator, Department of Building Economics and Construction Management, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
- Bengtsson, S. och Björnsson, H. 1986, PAVIC: Datainsamling och analys av arbetsoperationer, Department of Building Economics and Construction Management, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
- Brynzér, H., Engström, T. och Medbo, L. 1993, Method Aspects on Multi-level Interactive Work Process Mapping, *Advances in Industrial Ergonomics and Saftety*, Taylor & Francis Ltd, proceedings, pp 293 - 300.
- Ellegård, K., Engström, T., Johansson, B., Jonsson, D. och Medbo, L. 1992, Reflective Production in the Final Assembly of Motor Vehicles - An Emerging Swedish Challenge, *International Journal of Operation & Production Management*, Vol 12, No 7/8, pp 117 - 133.
- Engström, T. och Karlsson, U., 1981, Alternative Production System to Line Assembly - A problem concerning material supply, VI International Conference on Production Research, Novisad, proceedings, pp 264 - 270.
- Engström, T., Lundberg, A. och Medbo, L. 1993, Evaluation Methods for Assembly Work and Product Design in Radically Different Productions Systems: Results from case studies and action research in Swedish industry. *Productivity & Quality Management Frontiers - IV*, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, pp 333 - 342.
- Oba, S., Yoshikawa, H., Tamura, T. och Fujita, S. 1993, Development of Interactive VCR/Computer Work Analysis System, *Production Research 1993*, Elsevier, proceedings, pp 613 - 614.
- Wild, R. 1975, On the Selection on Mass Production Systems, *International Journal of Production Research*, Vol 13, No 5.

druta. I vårt fall blir alltså 0,04 registrera på datorns pekdon ika aktiviteterna. n och placering i manövreras även elningshastigheten arieras stegvis från tio gånger den inen. Detta medför en aktivitet slutar tföras med stilla ggrannheten i ren filmruta, men d låg aktivitetsfre d hög bandhastig- dlystiden. Det finns ör att ngra en fel- ng. Resultatet från en textfil på per- fextfilen behand- kalkylprogram. arbetet är ca tre lmer i längd. Detta ick i vid utveck- så att vi direkt r flera av våra t instrument.

AKTIVITET

tivt industri- as tidsåtgångnen rs längd var ca

