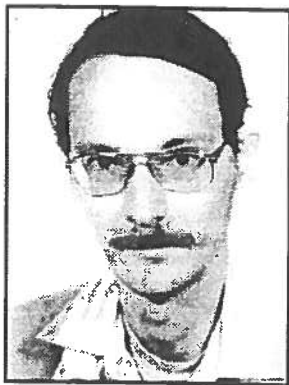


Finns det möjligheter att integrera ergonomiska aspekter vid utformningen av produktionssystem genom ett tvär- och mångvetenskapligt samarbete?

Av Tomas Engström, Jan Johansson Hanse & Lars Medbo



Tomas Engström



Jan Johansson Hanse



Lars Medbo

Här redovisar docent Tomas Engström, fil.dr Jan Johansson Hanse och tekn.lic Lars Medbo vid Institutionen för Transportteknik, Chalmers Tekniska Högskola, resultat från ett informellt organiserat

forsknings-samarbete mellan arbetspsykologer, belastningsergonomer och tekniker som bedrivits i Göteborg under mer än tio år. Med olika exempel illustreras detta samarbete som bl.a. inkluderat förlustanalyser, psykosociala kartläggningar samt under senare år även en utökad bedömning av mekanisk exponering. Artikeln belyser även hur den ursprungliga "samarbetsmodellen vid ergonomiskt förändringsarbete i industrin" har modifierats under de gångna åren.

Abstract: In the design process of complex production systems, ergonomics aspects of a more multi disciplinary origin, like psychosocial and musculo skeletal aspects, are more difficult to take into account than others of a more single factor origin like noise, chemical hazards and lighting, especially when the planning and design process has to be performed under time pressure. The authors present experiences from using a co-operative methodology, integrating technological analysis, with analysis of work demands on human operators and analysis of perceived working conditions, which makes it possible to combine "soft" needs with "hard" technology. More than ten years ago such a "co-operative model for ergonomic change processes in industry" was initiated, where work psychologists, ergonomists and

engineers were supposed to co-operate under equal conditions. The model includes evaluations of the effectiveness of a production system in terms of loss analysis, psychosocial screening, and, during recent years, also an extended evaluation of mechanical exposure causing musculoskeletal effects. The loss analysis includes balance losses, handling losses, learning losses, set-up losses and system losses. It is also described how the use of the model has changed during recent years. Originally all disciplines started from scratch, working parallel, trying to integrate their findings at the end, while the more recent application starts with a thorough analysis of the technological system and its demands on human operators, as a basis for analysis within the more "soft" disciplines. This makes it possible to express results of e.g.

psychosocial screening in technological terms or to quantify losses in the production system due to mechanical exposure of the workers. Recently a research programme (COPE) along these lines has started in co-operation between the Production Ergonomics group of National Institute for Working Life, Chalmers dept of Transport Technology, Lindholmen Utveckling, and dept of Occupational and Environmental Medicine at Lund University Hospital.

Vid utformning av komplexa produktionssystem har det visat sig vara svårt att på ett tillfredsställande sätt ta hänsyn till vissa arbetsmiljöaspekter. Detta förhållande blir speciellt påtagligt när belastningsergonomiska aspekter skall beaktas.

För de fall där företagshälsovård, eller andra arbetsmiljöaktörer, i realiteten har påverkat produktionssystemens utformning, har detta vanligtvis skett genom att utnyttja riktvärden för exponering, kombinerat med att tillhandahålla metoder för att genomföra fältmätningar. Det har då oftast varit frågan om arbetsmiljöaspekter som ingår i en vetenskap som traditionellt anses ligga inom arbetsmiljöområdet. Vetenskaper vars tillämpning både varit möjliga att beskriva på ett relativt lättillgängligt sätt samtidigt som de varit självklara att ägna intresse. Detta gäller arbetsmiljöfaktorer såsom buller, kemiska hälsorisker och belysning där företagsrepresentanter och arbetstagarnas intresseorganisationer samarbetat under många år.

Arbetsmiljöaspekter som däremot förutsätter tvär- eller mångvetenskapligt samarbete mellan forskare från olika vetenskaper och praktiker har varit svårare att beakta. Exempel på en sådan arbetsmiljöaspekt är belastningsergonomi. Följden blir att det vid utformning av produktionssystem i detta avseende har varit svårt att förena praktikers och forskares arbetsfält med det erforderliga integrativa forskningssamarbete som ofta förutsätts. Att sedan själva projekteringsprocessen vanligtvis sker under tidspress gör inte saken lättare.

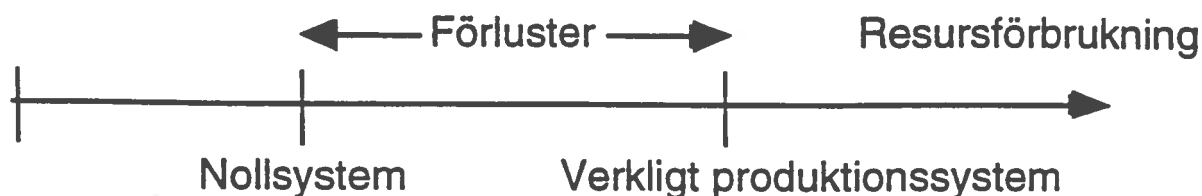
Några metodologiska och teoretiska referensramar

Målen för ett nytt produktionssystem formuleras i allmänhet utgående från företagsekonomiska och tekniska aspekter. Ofta kan emellertid omfattande förändringar lika väl vara motiverade med hänsyn till de anställdas behov. Utan tvivel är många beslutsfattare medvetna om behov av förändringar för att möta önskemål från de anställda, men sådana "mjuka" behov kan framstå som svårare att kartlägga och att lägga till grund när målen skall formuleras. Det är en fördel om dessa olika sorters mål kan härledas från befintliga produktionssystem. Detta förutsätter en teknisk analys, inklusive specifikation av de krav som arbetet ställer på operatörerna, och analys av hur dessa upplever sin arbetssituation. Därmed blir det möjligt att förena "mjuka" behov med "hård" teknik.

För mer än tio år sedan påbörjades ett samarbete i Göteborg avseende att utveckla en "samarbetsmodell vid ergonomiskt förändringsarbete i industrin" där arbetspsykologer, ergonomer och tekniker skulle medverka på lika villkor (Bramberger et al. 1985). Detta samarbete har pågått sedan dess i olika former och har inneburit bedömning av ett produktionssystemens effektivitet med hjälp av förlustanalyser, psykosociala kartläggningar med enkätteknik samt under senare år även en utökad bedömning av mekanisk exponering. I slutsatsavsnittet av denna artikel belyser vi bl.a. hur denna samarbetsmodell förändrats under de gångna åren. Först beskriver vi kortfattat de metoder som använts samt visa exempel på resultat.

Förlustanalyser

I en förlustanalys jämför man resursförbrukningen (tidsåtgång) hos ett produktionssystem med de resurser som krävs för ett idealiserat produktionssystem. Detta idealiserade system benämns "nollsystem" och är sådant att det endast för-



Figur 1. Genom att beräkna det förlustfria systemets (nollsystemets) resursförbrukning för en given produkt, är det möjligt att se hur nära nollsystemet ett verkligt system ligger med avseende på förluster. Dessa förluster anges som procent av nollsystemets värden.

brukar tidsresurser till vad vi kallar "nödvändigt arbete". Differensen mellan nollsystemets resursförbrukning och det verkliga systemets resursförbrukning benämns förluster och anges som en andel i procent i förhållande till det idealiserade systemet (figur 1).

Det skall påpekas att nollsystemet endast existerar relativt en given produkt. Detta betyder att nollsystemets resursförbrukning är olika för skilda produkter och att förlusternas storlek utgör ett mått på det analyserade systemets effektivitet eftersom förlusterna bestäms relativt produkten. Detta medför att det även blir möjligt att jämföra produktionssystem som tillverkar olika produkter genom att ansätta olika produktkonstruktioner som i sin tur ger olika behov av arbete.

Förlustanalyserna bygger på ett förfarande utvecklat av Wild (1975). I denna metod används 17 olika kostnadsfunktioner, varav de fem första är s.k. förlustfunktioner och de tolv övriga rena kostnadsmått. De fem förlustfunktionerna är; balanseringsförluster, hanteringsförluster, inlärningsförluster, ställförluster och systemförluster. De väsentligaste förlusterna vid montering längs ett löpande band är system-, balanserings- och hanteringsförluster. Storleken på respektive förlust uttrycks som en procentsats av nödvändigt direkt arbete som krävs för att tillverka produkten. Dessa förluster adderas till det idealiserade systemet.

Förlustanalyser kan med fördel utnyttjas för att utröna rationaliseringspotentialer för ett befintligt produktionssystem, att göra jämförelser mellan befintliga

och/eller skisserade produktionssystem med samma eller olika produkter och för att prioritera förlustnedbringande insatser.

Psykosociala kartläggningar

Metoder inriktade på den psykosociala arbetsmiljön har sin teoretiska utgångspunkt i den samlade forskningen, som har givit belägg för att den bästa jordmånen för att få engagerade och motiverade medarbetare är en god psykosocial arbetsmiljö (Rubenowitz 1994). Ett mått på hur väl man lyckats organisera och utforma arbetet är hur de anställda upplever sin arbetssituation. Enkätformulär utarbetade av bland andra professor Sigvard Rubenowitz har använts i stor utsträckning, vilka ger en god bild av hur anställda upplever sin arbetssituation i industriella miljöer. Genom att jämföra svarmönstret med referensdata kan även en god bild erhållas av den aktuella gruppens relativa arbetsbetingelser. Den psykosociala arbetsmiljön analyseras utifrån tre fundamentala dimensioner (Karasek och Theorell 1990; Rubenowitz 1994). Den första innefattar "besluts- och handlingsutrymme", d.v.s. egenkontroll och stimulans i arbetet. Den andra inbegriper "socialt stöd" i arbetet från chefer och arbetskamrater. Den tredje dimensionen omfattar "psykisk belastning" (t.ex. upplevd stress, psykisk påfrestning). Att ha ett bra handlingsutrymme och bra socialt stöd innebär att ha goda resurser i sitt arbete. Resurser som kan fungera som en buffert mot de psykiska belastningar och krav som arbetet ställer.

Mekanisk exponering

För bedömning av mekanisk exponering används flera olika metoder, som delvis har ändrats under årens lopp. En metod är registrering av ryggböjningar i avseende på antal gånger (frekvens) och varaktighet (duration) med en rörelsemätare (Nordin 1982). Därjämte är videofilmning en mycket användbar mätmetod för att insamla information beträffande arbetsställningar, arbetsrörelser och manuell hantering av föremål. Utvärdering kan ske genom observation av valda moment i avseende på antal händelser samt varaktighet. Denna observation kan vara operatörbaserad exempelvis enligt VIDAR -tekniken d.v.s. Video Dator Analys (Kadefors och Forsman 1997). Som komplement används frågeformulär för utvärdering av den mekaniska exponeringen (Liew och Kilbom 1985; Wiktorin et al. 1993) där exempelvis vanligt förekommande arbetsställningar beskrivs med illustrationer.

Variabler angående individuella effekter har även använts, exempelvis Nordiska Ministerrådets frågeformulär rörande besvär från rörelseorganen (Kuorinka et al. 1987). Syftet med att använda formulären är att de skall fungera som en "screening" av muskuloskeletala besvär i ergonomiska sammanhang. Dessutom har olika kompletterande metoder använts, exempelvis en kroppskarta enligt Corlett (1976). Därjämte insamlas ibland data avseende på frestning för olika kroppsdelar vid skilda arbetsmoment.

Några resultat från genomförda samarbeten

Nedan redovisas tre exempel som författarna utfört i samarbete med andra forskare samt praktiker.

Exempel 1: Montering av axlar till lastvagnar.

En utvärdering av två produktionssystem

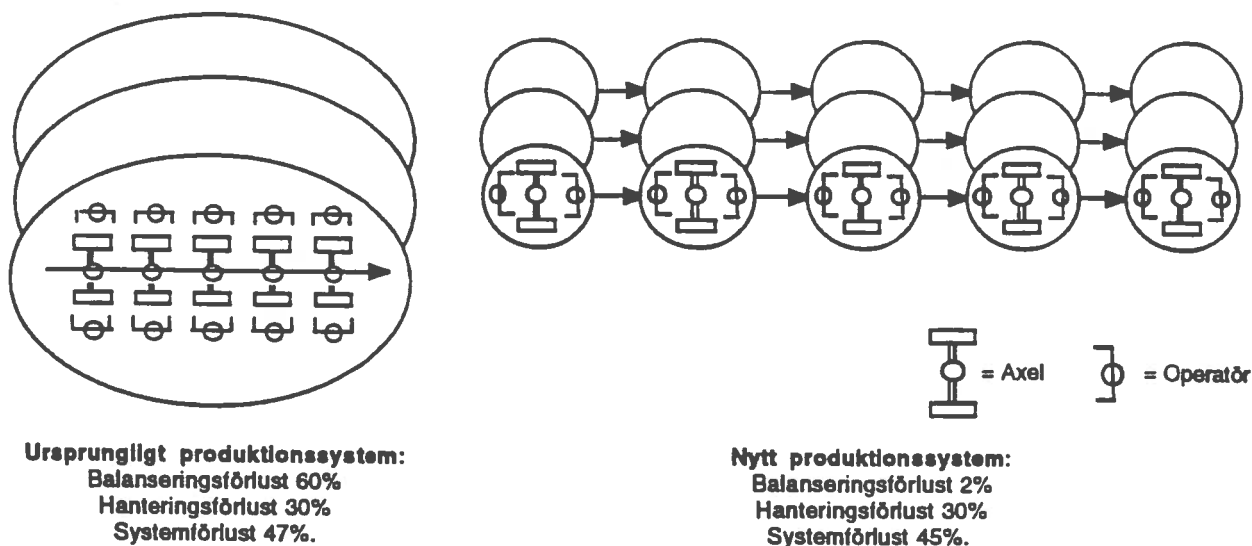
I det här aktuella projektet följde forskarna projekteringen av en fabrik för montering av axlar vid Volvo Lastvagnar. In-

satserna begränsades till mätningar före och efter förändringen. De ombyggnader som företaget vidtog hade planerats långt i förväg och kom inte på något sätt att påverkas av studiens resultat. Studien hade alltså karaktären av före- och efterundersökning utan "forskarintervention". Tillvägagångssättet var mångvetenskapligt där produktionssystemets effektivitet bedömdes av tekniker, medan belastningsergonomin beaktades av ergonomer/sjukgymnaster och den psykosociala arbetsmiljön studerades av psykologer. I detta fall var metoderna komplementära och datainsamlingen för de olika delstudierna skedde ungefär vid samma tidpunkt och utan någon form av förstudie (Kadefors et al. 1991; Johansson et al. 1993).

Det ursprungliga produktionssystemet bestod av tre banor där operatörerna flyttade axeln vidare längs banan mellan sig allteftersom den monterades färdigt. Vid varje bana arbetade ett tiotal man tillsammans. Cykeltiderna var omkring 6 minuter för framaxlarna och det dubbla för bakaxlarna. Förflyttningen av axlarna skedde på rullbanor. Möjligheter till individuell upparbetning, genom att manuellt förflytta sig mot flödet, saknades i stort sett. Däremot var upparbetningen på gruppnivå mycket hög.

Orsaken till att företaget byggde ett nytt produktionssystem var främst för att tillgodose flexibilitetskrav, men också för att förbättra ergonomin och göra arbetsmiljön ljusare och renare. I det nya systemet, lyftes axeln över till en självgående vagn, som passerade ett antal arbetsstationer där olika slag av monteringsarbete utfördes. Med hjälp av traverser, vagnar, etc, flyttades tyngre förmonterade komponenter fram till axeln vid respektive arbetsstation, varje axel besökte 5 stationer (figur 2).

Resultaten visade på en avsevärd reduktion av balanseringsförlusterna från 60% till 2%. De stora balanseringsförlusterna i det ursprungliga produktionssys-



Figur 2. Schematisering av produktionssystemet vid Volvo Lastvagnars axelmonteringsfabrik före och efter nyprojektering. I det ursprungliga produktionssystemet flyttades axeln längs en bana, medan i det nya systemet flyttades axeln med hjälp av självgående vagnar mellan ett antal arbetsstationer, där en eller två operatörer följde med axeln mellan de olika arbetsstationerna (Kadefors et al. 1991).

temet innebar avsevärda möjligheter till uppärbetning för hela gruppen av operatörer, under förutsättningen att hela gruppen temporärt överpresterade. Utformningen av det ursprungliga systemet skapade visserligen ett visst grupstryck men detta ledde till en naturlig och positivt upplevd arbetsgemenskap, inriktad mot ett gemensamt produktionsmål.

I det stora flertalet avseenden upplevdes utformningen mer positivt i det ursprungliga systemet. Beträffande den psykosociala arbetsmiljön noterades signifikanta skillnader till ursprungliga systemets förmån med avseende på arbetsledningen, hur intressant och stimulerande arbetet upplevdes och arbetsgemenskapen. Djupa framåtböjningar och höga lyft av armar hade genomsnittligt sett minskat efter förändringen, medan omfattningen av hantering av verktyg/hanteringshjälpmiddel avsevärt ökat. Det fanns inga signifikanta förbättringar med avseende på den generellt upplevda fysiska påfrestningen. Besvär förekomsten i rörelseorganen var fortfarande relativt hög efter förändringen.

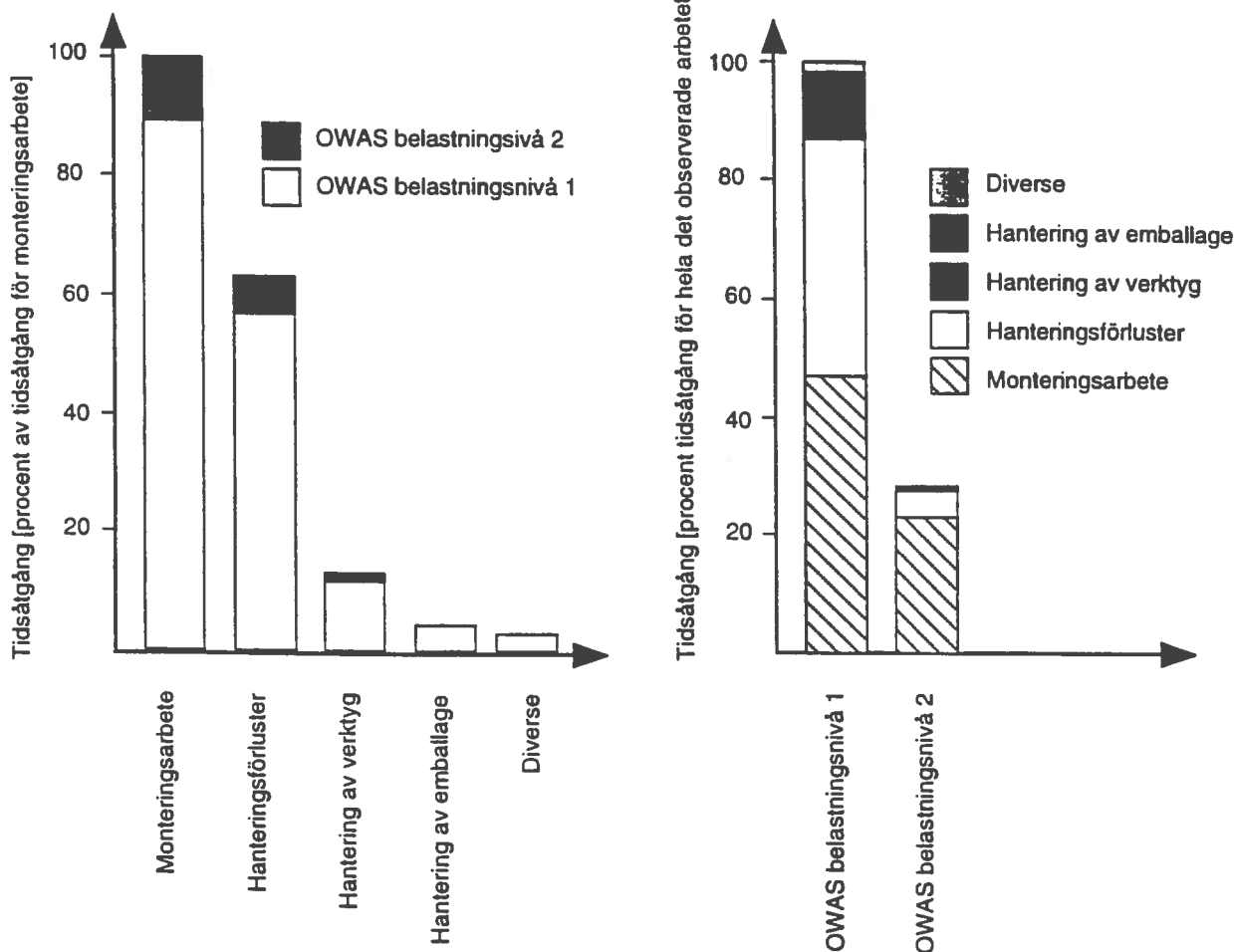
Att det mångvetenskapliga samarbetet i studien var nödvändig framstår tydligt.

Om man exempelvis enbart använt Nordiska Ministerrådets formulär för kartläggning av besvär från rörelseorganen i det nya produktionssystemet, skulle detta sannolikt medfört slutsatsen att det varit mest väsentligt med belastningsergonomiska åtgärder. I själva verket var tekniska störningar och den psykosociala miljön mest angeläget att åtgärda.

Exempel 2: Samband mellan förluster och mekanisk exponering. Studie av att montera bildörrar

Från denna studie inom fordonsindustrin visas i figur 3 resultatet av en studie utförd med hjälp av en persondatarsynkroniserad videoutrustning (Engström och Medbo 1997). Utrustningen var ursprungligen avsedd för att bl.a. analysera monteringsarbete. I figuren har arbetet klassificerats i skilda aktiviteter med avseende på förluster (Wild 1975) och arbetsställningar med hjälp av OWAS-klassificering (Karhu, Kansu och Kuorinka 1977). I detta fall visade sig det studerade arbetet överensstämma med de två lägsta klasserna av belastning enligt OWAS fyra belastningsnivåer.

Exemplet visar att det är möjligt att,



Figur 3. Resultat från en studie av montering av bildörrar utnyttjande en persondatorsynkroniserad videoutrustning. Analysen presenteras i två diagram som beskriver arbetstidens fördelning på skilda sätt. I det vänstra diagrammet representerar 100% den totala monterings tiden, medan 100% i det högra diagrammet representerar arbete på OWAS s.k. belastningsnivå ett och två (Engström och Medbo 1997).

från samma videoregistrering, samtidigt analysera och kvantifiera effektivitet och belastningsergonomi. Ur belastningsergonomisk synvinkel var det, i detta fall, primärt att beakta de aktiviteter som ingår i s.k. OWAS-belastningsnivå 2, eftersom dessa representerar det största bidraget till ogynnsam mekanisk exponering. Ur strikt effektivitetssynvinkel däremot, visade analysen att hanteringsförlusten var den förlust som i första hand borde ägnas åtgärder eftersom den representerade cirka 60% förlust, vilket i detta fall implicerar behovet av en förbättrad materialhantering. Denna hanteringsförlust är avsevärt större än andra observationer vi gjort i svensk industri. En förklaring till denna avvikelse kan vara att tidigare ana-

lyser baserats på tidsstudier som alltid är behäftade med vissa ofullständigheter. Detta förhållande understryker behovet av metoder som i större omfattning bygger på verkliga data "från verkstadsgolvet", snarare än att utnyttja sekundärdata från exempelvis budgetuppfyllelse och olika tidsstudiesystem.

Exempel 3: Teknisk och psykosocial studie av fem produktverkstäder som monterade personvagnar

Data från Volvo Personvagnars f.d. fabrik i Uddevalla är sammanfattade i tabell 1. Dattainsamlingen som ligger till grund för denna tabell har skett med hjälp av enkäter, bearbetning av internt material från Volvo, intervjuer, videofilmning etc (Engström et al. 1995).

Jämförelsefaktor	Produktverkstad 1:	Produktverkstad 2:	Produktverkstad 3:	Produktverkstad 4:	Produktverkstad 5:
Kompetens:	+	-	++	++	++
Cykeltid:	+	+	+	-	-
Psykosocial arbetsmiljö:	+	-	++	-	+
Kvalitetsutfall:	+	+	++	+	-
Produktivitet:	+	++	++	++	-

Tabell 1. Sammanfattning av egenskaper hos de olika produktverkstäderna i Volvo Personvagnars f.d. fabrik i Uddevalla baserat på företagsdata, egna primärdata samt enkätundersökningar. Där ++ = utmärkt, + = bra, - = dåligt (Engström et al. 1995).

Det framgår av tabell 1 att de fem s.k. produktverkstäderna som byggde i fulltakt fungerade olika med avseende på kompetens, cykeltid, psykosocial arbetsmiljö, kvalitetsutfall och produktivitet. En möjlig förklaring till dessa skillnader är att det fanns två principiellt olika sätt att organisera arbetet i verkstäderna med avseende på operatörernas kompetens. Dessa två sätt var (1) att, såsom är traditionellt, prioritera individuella prestationer för ett begränsat antal arbetsuppgifter samt (2) prioritera större kompetensöverlapp mellan operatörer inom en och samma arbetsgrupp. I det senare fallet kan man antingen använda sig av långa arbetscykler där individen koncentrerar sig på ett större arbetsinnehåll eller kortare cykler där individen växlar mellan olika arbetsuppgifter.

Produktverkstad 3 var ett exempel på princip (2) där man hade ett stort kompetensöverlapp. Den utmärktes av hög produktivitet (94% av budgetuppfyllelse) och den mest stabila kvaliteten. Cykeltiden var lång (100 minuter) och kompetensen hög (var och en kunde själv bygga cirka 57% av bilen) dessutom var den psykosociala arbetsmiljön bäst av samtliga verkstäder. I själva verket hade produktverkstad 3 varit igång längst, varför den hade haft möjlighet att rekrytera "den lämpligaste" arbetskraften, vilket var viktigt eftersom externa rekryteringsförhål-

landen i regionen förändrades markant under fabriken livslängd då produktverkstäderna successivt sattes i drift. Denna verkstad hade även den mest stabila organisationen av alla verkstäder speciellt m.a.p. ledning och bemanning.

Produktverkstad 2 däremot, även den med hög produktivitet (93% av budgetuppfyllelse) var ett exempel på princip (1), att prioritera individens färdighet på ett mer begränsat arbete. Den hade emellertid en relativt hög kvalitet men med stor variation i kvalitetsutfallet, samt en relativt otillfredsställande psykosocial arbetsmiljö. Kvalitetsvariationen kunde eventuellt bero på bristande kompetensöverlapp. Då produkten var komplex kunde den enskilde operatören endast i begränsad omfattning kompensera för störningar eftersom han inte behärskade hela toleranskedjan mellan de komponenter som monterades inom gruppen.

Produktverkstäderna 4 och 5 var de som startades upp sist och de omorganiserades också internt flera gånger. Speciellt verkstad 4 hade genomgått en organisationsförändring som givit upphov till konflikter mellan arbetsgrupperna. Fastän flera av operatörerna tidigare hade varit instruktörer, så var arbetsfördelningen sådan att man ej till fullo utnyttjade tillgänglig kompetens.

Jämförelserna mellan produktverkstäderna visar i detta fall att i organisationer

som utmärks av kontinuitet och långsiktighet (produktverkstad 3) kan man genom kompetensöverlapp erhålla en flexibilitet som möjliggör absorberande av störningar så att bl.a. kvalitetsproblem kan hanteras och att produktiviteten upprätthålls, samtidigt som den psykosociala arbetsmiljön är god.

Slutsatser

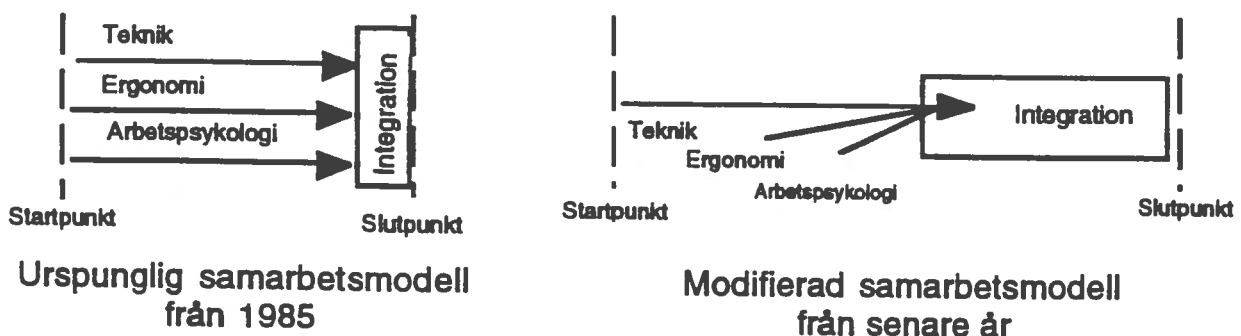
Den ursprungliga "samarbetsmodellen vid ergonomiskt förändringsarbete i industrin" (Bramberger et al. 1985) innebar att forskarna arbetade parallellt och att man i slutet av samarbetet mer eller mindre tvingades till att göra vissa integrativa slutsatser. Samtliga forskare startade ungefär från samma utgångspunkt, d.v.s. var exempelvis lika (o)kunniga om det produktionssystem som studerades (exempel 1). Under senare år, såsom är fallet med exempel 3, var teknikerna avsevärt mer kunniga om det aktuella produktionssystemet. Kompletterande vetenskapers kunskap kom in betydligt senare under forskningsarbetet, då det redan fanns en ingående teknisk analys. Detta gjorde det möjligt att exempelvis tolka den psykosociala kartläggningens resultat i tekniska termer, vilket visade sig vara väsentligt och mycket mer konstruktivt än om samtliga vetenskaper startat från samma utgångspunkt. Notera att den integrativa analysen och tolkningen av resultaten erfordrade längre tid i den modifierade samarbetsmodellen (figur 4). Den modi-

fierade samarbetsmodellen har även under senare år inbegripit arbetssociologer samt knutpunkter i samarbetet där integration av vissa begränsade aspekter har prövats, vilket ej visas i figur 4.

I framtiden blir det allt viktigare att de metoder som används i ett tvär- eller mångvetenskapligt samarbete mellan forskare och praktiker är relativt snabba och resurssnåla att utnyttja. Det får inte gå för lång tid mellan datainsamling och resultatpresentation eftersom industrin arbetar under en hård tidspress. Den forskare som är van att "sitta på sin kammare och fundera länge" förlorar snart möjligheten att påverka projekteringsprocessen och därmed inflytandet på utformningen av produktionssystemet. Enkätteknik och videoregistrering har för författarnas del visat sig vara exempel på sådana snabba metoder. Även om dessa i många avseenden bör vidareutvecklas inomvetenskapligt, men framför allt integreras med andra vetenskapers metoder.

En sådan integration är möjlig genom att med hjälp av förlustanalyser "sätta tid" på belastningsergonomin (högbelastande aktiviteter får en tid uttryckt i förluster). Varigenom det blir möjligt att konstruktivt involvera belastningsergonomi i utformningen av produktionssystem. Det blir således möjligt att utföra analyser som förenar "mjuka" behov med "hård" teknik såsom exempel 2 visar, där man utifrån samma data kan kvantifiera produktivitet och mekanisk exponering

Figur 4. Schematisering av hur den ursprungliga "samarbetsmodellen vid ergonomiskt förändringsarbete i industrin" modifierats. I det senare fallet hade teknikerna arbetat betydligt längre med det aktuella produktionssystemet. Den integrativa analysen och tolkningen av resultaten erfordrade längre tid i den modifierade samarbetsmodellen.



samt relatera dessa till varandra. I detta fall med hjälp av videoregistreringar, vilket har visat sig vara ett relativt tidsbesparande sätt att bestämma potentialer vad gäller effektivitet och belastningsergonomi utifrån observationer i befintliga produktionssystem.

Samarbete mellan olika vetenskaper, inklusive samutnyttjande av metoder, är en av ambitionerna med forskningsprogrammet "Cooperative for Optimization of Industrial Production Systems Regarding Productivity and Ergonomics" (COPE). Ett program som etablerats mellan Produktionsergonomigruppen vid Arbetslivsinstitutet i Stockholm, Institutionen för Transportteknik vid Chalmers Tekniska Högskola och Lindholmen Utveckling båda i Göteborg samt Institutionen för Yrkes- och Miljömedicin vid Universitetssjukhuset i Lund (Winkel et al. 1997).

Referenser

- Bramberger, C, Engström, T, Johansson, M, Kadefors, R, Klingenstierna, U, Lindström, I, Petersén, I, Rubenowitz, S, Rubenowitz, U, & Severinson, K, 1985: "Samarbetsmodell vid ergonomiskt förändringsarbete i industrin". Institutionen för Transportteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.
- Corlett, E N & Bishop, R P, 1976: "A Technique for Assesing Postural Discomfort". *Ergonomics*, Vol 19, No 2, pp 175 - 182.
- Engström, T, Johansson, J Å, Jonsson, D, Medbo, L, 1995: "Empirical Evaluation of the Reformed Assembly Work at the Volvo Uddevalla Plant - Psychosocial Effects and Performance Aspects". *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol 16, No 4 - 6, pp 293 - 308.
- Engström, T, Medbo, P, 1997: "Data Collection and Analysis of Manual Work Using Video Recording and Personal Computer Techniques". *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol 9, pp 291 - 298.
- Johansson, J Å, Kadefors, R, Rubenowitz, S, U, Lindström, I-L, Engström, T & Johansson, M I, 1993: "Musculoskeletal Symptoms, Ergonomic Aspects and Phychosocial Factors in Two Different Truck Assembly Concepts". *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol 12, pp 35 - 48.
- Kadefors, R & Forman, M, 1997: "Operator Based ergonomics Assessment of Complex Video Sequences". *International Ergonomcis Association 13th Trenial Congress - IEA 97, "Organizational Design and Management"*, Seppälä, P, Luopajarvi, T, Nygård, C-H & Mattila, M (eds.) proceedings, Tampere, Vol 7, pp 416 - 418.
- Kadefors, R, Rubenowitz, S, Johansson, J-Å, Engström, T, Johansson, M, Lindström, I-L & Klingenstierna, U, 1991: "Produktionsteknisk, psykosocial och belastningsergonomisk studie av produktionsarbetsplatser". *Psykologiska Institutionen, Göteborgs Universitet, Rapport nummer 3, Göteborg*.
- Karasek, R A, & Theorell, T, 1990: "Healthy Work. Stress, Productivity and the Reconstruction of Working Life". Basic Books Inc., New York.
- Karhu, O, Kansu, P & Kuorinka, I, 1977: "Correcting Working Postures in Industry, a Practical Method for Analysis". *Applied Ergonomics*, Vol 8, No 4, pp 46 - 201.
- Kuorinka, I, Jonsson, B, Kilbom, Å, Vinterberg, H, Biering-Sørensen, F, Andersson, G & Jørgensen, K, 1987: "Standardised Nordic Questionnaires for the Analysis of Musculoskeletal Symptoms". *Applied Ergonomics*, Vol 18, No 3, pp 233 - 237.
- Liew, M & Kilbom, Å, 1985: "Två metoder för bedömning av fysisk belastning i yrkesarbete - Fortsatt metodutveckling och reliabilitet" *Undersökningsrapport 1985:34, Arbetskyddstyrelsen, Stockholm*.
- Nordin, M, 1982: "Methods for Studying Work Load with Special Reference to the Lumbar Spine". *Ortopediska Institutionen, Göteborgs Universitet (doktorsavhandling)*.
- Rubenowitz, S, 1994: "Organisationspsykologi och ledarskap". *Akademiförlaget, andra upplagan, Göteborg*.
- Wiktorin, C, Karlqvist, L & Winkel, J, 1993: "Validity of Self-reported Exposures to Work Postures and Manual Materials Handling". *Scandinavian Journal of Work Environment Health*, Vol 19, pp 208 - 214.
- Wild, R, 1975: "On the Selection of Mass Production Systems". *International Journal Production Research*, Vol 13, No 5, pp 443 - 461.
- Winkel, J, Engström, T, Johansson Hanse, J, Kadefors, R, Mathiassen, S E, Medbo, L, Ohlsson, K, Petersson, N & Skerfving, S, & 1997: "A Swedish Industrial Research Program. Co-operative for Optimization of Industrial Production Systems Regarding Productivity and Ergonomics (COPE). Presentation of program and the first case study". *International Ergonomcis Association 13th Trenial Congress - IEA 97, "Organizational Design and Management"*, Seppälä, P, Luopajarvi, T, Nygård, C-H & Mattila, M (eds.) proceedings, Tampere, Vol 1, pp 130 - 132.

