

Användarperspektivet

Strategier för att förstärka samspelet mellan användare och utvecklare

REDAKTÖR: BERTIL OLSSON

4

6.1.17
124

Principer och metoder för informations- och arbetsstrukturering

Tomas Engström och Lars Medbo

Föreliggande artikel bygger på en aktionsorienterad och syntesinriktad forskning som bedrivits under de senaste tjugofem åren avseende utformningen av monteringsystem. Speciellt belyses vissa av de principer och den utformningsmetod för informations- och arbetsstrukturering som legat till grund för utformning av flera icke traditionella monteringsystem i svensk industri. En grundläggande princip är behovet av överensstämmelse mellan den information som beskriver monteringsarbetet, monteringsarbetet i sig, och det sätt på vilket materialet exponeras på arbetsstationen. En sådan överensstämmelse erhålls med hjälp av en monteringsrelaterad produktstruktur, som skapas genom att reformera den information som finns tillgänglig i den gängse konstruktionsrelaterade produktstrukturen. Denna reformering utnyttjar ett iterativt förfarande med demontering och montering av fysiska produkter i kombination med användandet av en analysdatabas vars handhavande bl.a. innebär ett handgripligt organiserande av små papperskort och speciella etiketter.

Problemställningar som aktualiseras av seriella produktflödesmönster

I seriella produktflödesmönster måste arbetsuppgifter flyttas mellan olika arbetsstationer längs ett serieflöde beroende på produktvarianter vilket har balanseringstekniska orsaker, dvs. krav på en hög och jämn beläggning på varje operatör under en bestämd tidsperiod (cykel-tiden) som skall innehålla så många arbetsuppgifter som möjligt. För operatörerna innebär detta att de kommer att sakna överblick och sammanhang, eftersom komponenter som hör ihop med samma system eller funktion i de färdiga produkterna ej monteras på samma eller ens på närliggande arbetsstationer längs en långt korridorliknande flöde. Tiden får med andra ord råda över arbetsinnehållet, vilket medför att en av förutsättningarna för s.k. *helhetsinriktat lärande* kommer att saknas (Nilsson 1995). Den enskilde operatörens monteringsarbete längs ett seriellt produktflödesmönster består således av ett antal arbetsmoment utan uppenbara logiska samband. Eftersom exempelvis ett fordon består av en stor mängd komponenter,

saknar operatören i serieflöden den överblick som möjliggör förståelse av samband. I fabriker med seriella produktflödesmönster är det därför i stort sett bara de produktionstekniska avdelningarna, som har förutsättningar för en viss överblick. Men även om denna förutsättning finns så har det visat sig att även produktionstekniker arbetar med ofullständig och fragmenterad information när de exempelvis arbetar med löpande produktändringar eller nya modeller och produktvarianter.

Helhetsinriktat lärande vid montering av fordon förutsätter att detaljer kan härledas från olika helheter och bygger på den grundläggande principen att *informationen som beskriver monteringsarbetet* (såsom variantspecifikationer, arbetsinstruktioner) *organiseras så att denna stämmer med hur materialet exponeras på arbetsstationen* (Engström och Medbo 1992; Medbo 1999), *vilket i sin tur skall överensstämma med hur man arbetar.*

Införande av produktändringar är vid tillverkning av fordon i industriell skala ett omfattande och komplext arbete eftersom kvalitén på den information som de facto når produktionsteknikerna, och därefter verkstadsgolvet, ofta är ofullständig. Det har visat sig att både omfattning av den information som operatör och produktionstekniker erhåller, respektive genererar, kan reduceras i väsentlig omfattning och höjas betydligt vad gäller kvalitet. Just flexibilitetsfördelarna, som är en direkt följd av den förbättrade informationen, är en av de verkligt stora, icke uppmärksammade, fördelarna med korrekt utformade monteringsystem med parallella produktflödesmönster och arbetsgrupper med lång cykeltid. Att dessa monteringsystem dessutom kräver en högkvalitativ information är en i sig en garanti för att kvalitén består. Att traditionella monteringsystem med seriellt produktflödesmönster skulle vara effektivast, medan det parallella produktflödesmönstret endast under vissa betingelser är lika effektiva, är en missuppfattning. Det finns såväl svensk forskning som beprövad erfarenhet som påvisar att det parallella produktflödesmönstret, korrekt

utformat, är effektivare (se exempelvis Karlsson 1978; Eckerström och Söhdahl 1981; Rosengren 1981; Engström, Jonsson och Medbo 1999). Att i detalj ytterligare en gång föra detta i bevis är dock ej detta värt syfte denna gång.

Praktisk industriellt sammanhang

Den grundläggande principen om samstämmighet mellan information, materialexponering och monteringsarbete erfordrar en beskrivning av produkten ur monteringsperspektiv, en s.k. *monteringsrelaterad produktstruktur*, vilken beskriver produkten som olika helheter samtidigt som det är möjligt att orientera sig bland olika detaljer (se Engström och Medbo 1992 för en närmare beskrivning).

Att en sådan monteringsrelaterad produktstruktur är möjlig att skapa beror på att fordon har vissa *generiska egenskaper*, dvs. egenskaper som alltid förekommer oavsett vad det handlar om för fordon. Dessa egenskaper medför att det bildas långa kedjor av interrelaterade komponenter som förståndsmässigt hör samman, varför det ofta räcker att veta benämningen på kedjan eller en ingående komponent för att förstå kedjan. Kedjorna bildar kluster av komponenter med egna namn vilket reducerar komplexiteten på ett sätt som den gängse konstruktionsrelaterade produktstrukturen ej medger.

Det gängse konstruktionsrelaterade sättet att beskriva fordon på har visat sig medföra att informationen som når operatören på verkstadsgolvet till stor del är: (1) onödig, dvs. ej monteringsrelevant; (2) redundant samt (3) ej sammanhängande, vilket beror på att den konstruktionsrelaterade produktstrukturen är generell, dvs. giltig för samtliga fordon. När denna struktur exempelvis anpassas för en personvagn faller vissa delar i hierarkin bort. Dessutom stympar informationssystemen konstruktionsavdelningens korrekta benämningar, vilka oftast reduceras till artikelnummer.

Att den gängse konstruktionsrelaterade produktstrukturen ej är sammanhängande visas i

tabell 1, i detta fall en schematisering av det s.k. funktionsgruppsregistret på vilken denna produktstruktur är baserad. Registret består av:

- 2 000: motor med upphängning och utrustning,
- 3 000: elkraftförsörjning, belysning och instrumentering,
- 4 000: kraftöverföring,
- 5 000: broms,
- 6 000: hjulupphängning och styrning,
- 7 000: ram, fjädring, dämpning och hjul samt
- 8 000: kaross, hytt och inredning.

Tabellen visar detta registers högsta nivå och hur det utnyttjas på ett icke sammanhängande sätt när det beskriver en personvagn. Blanka celler i figuren visar att delar i produktstrukturen saknas, medan fet stil visar att en del av produktstrukturen försvunnit på den förevisade nivån, men att komponenter återfinns längre ned. Att orientera sig i denna hierarki blir således svårt eftersom man ej kan förutsäga saknade delar i produktstrukturen utan att vara extremt kunnig om hela personvagnens inklusive funktionsgruppsregistrets uppbyggnad. Den konstruktionsrelaterade produktstrukturen har således fragmenterats i informationen om pro-

dukten vilket i sin tur har sönderdelat arbetet för tjänstemän och kollektivanställda.

Den monteringsrelaterade produktstruktur som användes vid utformning av Volvo Uddevalla-varianten för tillverkning av personvagnar bestod av:

- (1) el, instrumentering och klimat,
- (2) drivlina,
- (3) dekor och
- (4) inredning.

De egenskaper som exempelvis visade sig ha betydelse för att kunna ordna erforderlig särskiljbarhet (diskrimination) mellan grupper av komponenter var:

- produktfunktion (därmed samband med andra komponenter),
- egenskaper hos enskild komponent (såsom material, form, tyngd, förarbete etc.),
- placering på kaross (monteras till hjulhus, torped etc.) och
- monteringsrestriktioner (såsom före respektive efter motorgifte etc.).

De ingående komponenterna kunde därmed ordnas i nivåer så att grupper av verkliga komponenter kunde skiljas åt med hjälp av kombinationer av dessa egenskaper. På detta sätt bildades

2 000 Motor och anslutnings- detaljer	3 000 Elsystem och instrumentering	4 000 Kraftöverföring	5 000 Broms	6 000 Hjulupphängning och styrning	7 000 Fjädring, dämpning och hjul	8 000 Kaross, inredning etc.
2 100	3 100	4 100	5 100	6 100	7 100	8 100
2 200	3 200		5 200		7 200	8 200
2 300	3 300	4 300				8 300
2 400	3 400			6 400		8 400
2 500	3 500	4 500	5 500			8 500
2 600	3 600	4 600		6 500	7 600	8 600
2 700	3 700				7 700	8 700
	3 800					8 800
	3 900		5 900			8 900

Exempel på den gängse konstruktionsrelaterade produktstrukturen (funktionsgruppsregistret) såsom detta utnyttjas av Volvo Personvagnar.

sammanhängande hierarkier där operatören och de produktionstekniker som arbetar med införande av ändringsorder samtidigt kunde erhålla både överblick och samtidigt en detaljkännedom. Den monteringsrelaterade produktstrukturens generalitet beror på de generiska egenskaperna hos produkten som uppvisar stora likheter med de som gäller för högre organismer. Ett exempel på en sådan generisk egenskap är att fordon har en organiskt mönster.

Betraktar man fordonet uppifrån kan de ingående komponenterna organiseras efter fordonets tänkta mittlinje. Vissa komponenter förekommer i parrelationer runt denna mittlinje, medan andra komponenter ej är dubblerade, detta helt analogt med hur exempelvis en människokropp är uppbyggd.

Utformningsmetoden

Som exempel på hur en överensstämmelse mellan information, monteringsarbete och material exponering kan erhållas beskrivs kortfattat nedan hur utformningsmetoden tillämpades av författarna i samband med uppbyggnaden av monteringen av Volvos framhjulsdrivna 800-modell på Autonova AB. I detta fall sammanställdes först analysdatabasen, som bestod av den fullständiga konstruktionsrelaterade produktstrukturen för samtliga produktvarianter kompletterad med ytterligare information, monterings-tider, monteringsordningen från Volvo Torslandaverken, antal komponenter per emballage, typ av emballage som respektive komponent levererades i, dess vikt etc. Därigenom var det möjligt att successivt dokumentera resultat från utformningsmetoden, men även att uppdatera informationen allteftersom man byggde fler olika produktvarianter och även beakta ändringsorder.

De små papperskort (ca 2000 stycken) representerade allt det monteringsarbete som utfördes på samtliga produktvarianter vid slutmontering. Dessa kort var försedda med en ritad illustration som hämtades från centrala beredningens produktionstekniska underlag,

de s.k. process- och kontrollinstruktionerna (PKI:er). Dessa illustrationer fick krympas i omgångar samt förses med benämning på aktuell arbetsoperation och det nummer som gjorde att det var möjligt att återfinna arbetsoperationen i ett antal pärmar med kompletta PKI:er. Varje PKI innehöll, förutom illustrationerna, information såsom specifikation på artikelnummer, sättet att kodifiera produktvarianter, monteringsordning, erforderlig moment, beskrivning av vilka verktyg som behövs, toleranser och spel etc. Ett komplett enskilt sådant PKI omfattade från två upp till 40 A:4 sidor.

Med hjälp av analysdatabasen framställdes speciella etiketter, en etikett för varje s.k. åtgång (strukturpost) vilket är den minsta enheten i den gängse produktstrukturen. I Volvos fall återfinns i många fall flera identiska komponenter inom samma åtgång, dvs. dessa återfinns på flera ställen på produkten men enbart på ett ställe i produktstrukturen. Att reda ut detta förhållande var och är en förutsättning för att kunna styra materialet rätt.

Med hjälp av de små papperskort, analysdatabasens etiketter och en komplett personvagn, var det dags att i omgångar demontera och montera. Under detta förfarande fanns den konstruktionsorienterade produktstrukturen tillgänglig via datoruppkoppling samt kompletta pärmar med PKI:er, vilket kortfattat beskrivet innebar att:

1. De små papperskort som beskrev monteringsarbetet och i sammanhanget relevanta kvalitetskrav valdes ut. Med hjälp av dessa kort organiserades ett utkast till en ungefärlig monteringsordning, som kunniga operatörer med erfarenhet från Volvo Uddevallaverken bedömde vara trolig (detta var en ny personvagnsmodell, den nedlagda fabriken hade byggt den bakhjulsdrivna 900-modellen). Till hjälp fanns även tider och variantkoder för två specifika personvagnar angivna på papperskortet inklusive ett utkast till ungefärlig monteringsordning. Härigenom var det möjligt att erhålla en överblick över erforder-

lig arbetstid och därmed översiktligt kontrollera att operatörerna hade någorlunda lika arbete så att väntetider ej uppstod.

Dessa kort ordnades i ungefärliga grupper, så att kort som representerade arbetsuppgifter som av någon anledning hörde samman lades ihop till en kortbunt. Dessa kort och kortbuntar placerades sedan på ett antal stora bord så att man erhöll överblick.

2. Den fysiska produkten demonterades parallellt med att man först såg efter och ordnade om bland korten och kortbuntarna, konsulterade PKI-pärma rna samt den konstruktionsrelaterade produktstrukturen samt noterade olika frågeställningar som aktualiserades under hand dels på blädderblock och dels på de små papperskorten. Komponenterna avlägsnades först från den fysiska produkten när man ordnat de små papperskorten och frågeställningar på ett tillfredställande sätt. Därefter lades komponenterna på golvet såsom dessa var placerade i produkten samt försågs med korrekta etiketter
3. Slutresultatet av 1 och 2 ovan var en demonterad produkt, med komponenterna utlagda på golvet ordnade i moduler av arbete organiserade enligt en monteringsrelaterad produktstruktur, som bildade det arbetsmönster som operatörerna skulle följa (se figur 1). Modulerna av monteringsarbete var avskilda med trälistor. På bord direkt bredvid fanns de små papperskorten, på vars baksida det fanns anteckningar om noterade diskrepanser, upplagda per modul av arbete, ibland enskilda och ibland hopbuntade. Det var således möjligt att överblicka både information och produkt eftersom det var möjligt att hitta tillbaka in i de olika produktionstekniska underlagen samt i den gängse konstruktionsrelaterade produktstrukturen, eftersom varje enskild komponent var försedd med en eller flera etiketter representerande åtgångar i den gängse konstruktionsrelaterade produktstrukturen.

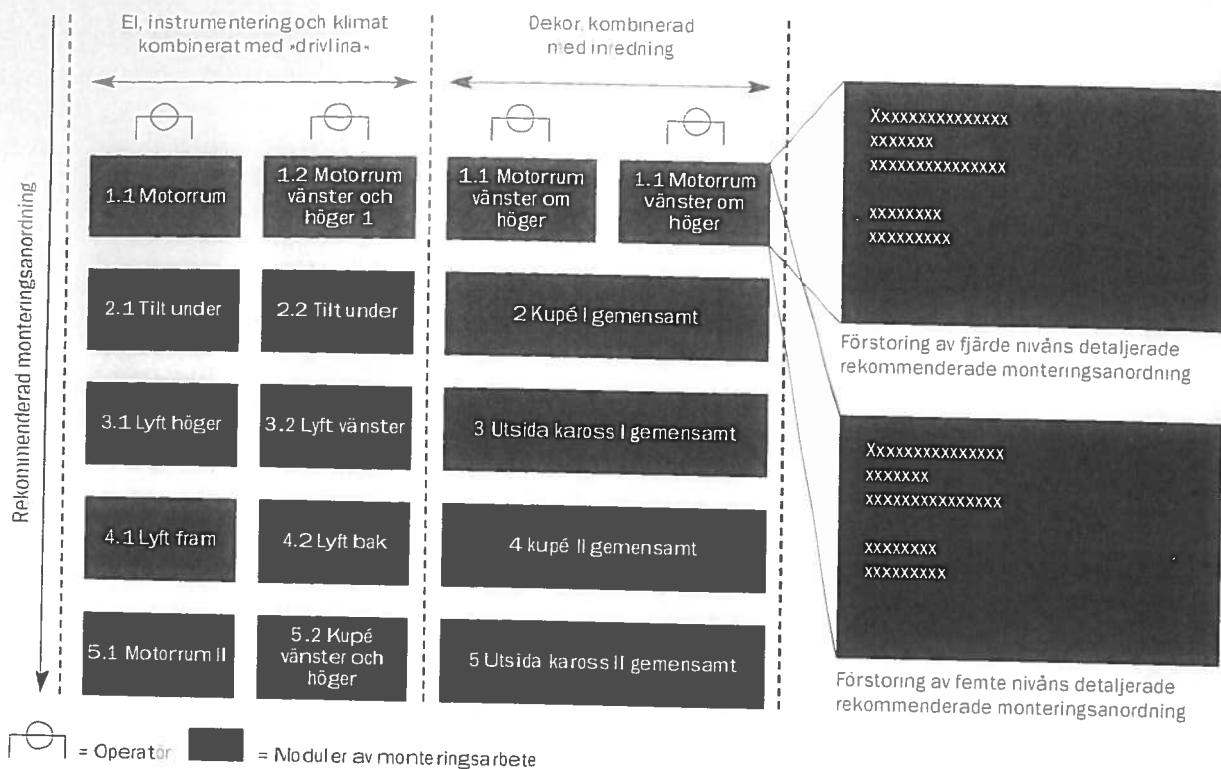
4. Uppackning av det material som skulle utnyttjas till de första fyrtio personvagnarna som skulle byggas av Autonova AB, vilket levererades i förpackningar och enhetsemballage per artikelnummer från Volvo Reservdelar AB. Uppackningen kunde genomföras under fyra dagar (vilket får anses som kort tid). Därmed förbättrades ytterligare kvalitén på informationen i analysdatabasen.

5. Därefter monterades ett antal olika produktvarianter vilket ytterligare förbättrade kvalitén på analysdatabasen samt gav personalen insikter i produkten samt detaljerad erfarenhet av hur Volvos olika informationssystem fungerade. Analysdatabasen utnyttjades för att montera de kommande personvagnarna och utgjorde ett temporärt hjälpmedel under ca ett år innan det systemtekniska utvecklingsarbetet var avslutat.

Under hela denna process, se punkt 1 – 5 ovan, var man tvungen att reda ut samtliga identifierade problemställningar och frågor (såsom troliga felaktigheter) som kontinuerligt noterades inklusive kontakta personal vid andra Volvofabriker. Slutresultat blev en uppdaterad analysdatabas för olika produktvarianter där det även noterades förslag hur respektive komponent skulle försörjas.

Förskjutningar av författarnas forskningsfokus

De principer och den utformningsmetod som beskrivits ovan skiljer sig från tidigare beteendevetenskapliga och arbetssociologiska ansatser för reformering av monteringsarbete, genom att utgå från ett i grunden tekniskt och därmed mer direkt konstruktivt perspektiv. Detta perspektiv har genomlöpt två utvecklingsfaser. I den första fasen var föreställningen om den komplexa och variantrika produkten ett axiom, ett randvillkor. Det viktiga under denna period var att identifiera egenskaper hos den fysiska produktens komponenter, för att utifrån dessa egenskaper



Figur 1. Resultatet från utformningen av Volvo Uddevallaverken där den beskrivna metoden för informations- och arbetsstrukturering utvecklades. Till vänster illustreras schematiskt hur den monteringsrelaterade produktstrukturen delades in. På den första arbetsstation, försedd med sk tiltutrustning, kunde man höja och sänka karossen respektive rotera densamma. Här byggdes hälften av personvagnen (dvs »el, instrumentering och klimat kombinerat med drivlina«). På den andra arbetsstationen, efter en intern förflyttning av karossen inom arbetsgruppen, försedd med lyftbord, slutfördes monteringen (»dekor kombinerat med inredning«). Med denna indelning som grund delades sedan monteringsarbetet på karossen in i moduler av monteringsarbete (dvs. rektanglarna). Till höger visas hur dessa moduler var möjliga att i monteringsanvisningarna expandera upp till enskilda komponenter och detaljerade arbetsuppgifter i fem nivåer.

utforma monteringsystem, med fokus på materialförsörjning i parallella produktflödesmönster för autonoma arbetsgrupper, vilket visade sig vara möjligt (Engström 1983). De materialvolymerna som fanns längs seriella produktflödesmönster var visserligen omfattande (Careborg och Linder 1977). Dock visades det sig senare, genom inventeringar, att det erfordrades påfallande få komponenter för att montera en specifik produkt (Engström och Karlsson 1981), ett förhållande som vid denna tidpunkt väckte ett stort intresse och förvåning hos berörda praktiker. Att produktens utformning och

komponenternas egenskaper hade betydelse för ett monteringsystems effektivitet var inte en självklarhet under 1970-talet. Kalkylmetoder som bestämde effektivitetsvinster med olika produktflödesmönster i relation till produktens nettomonteringstid, dvs. den tid som hypotetiskt krävs när en operatör bygger hela produkten själv, utgjorde vid denna tidpunkt viktiga argument för icke traditionella monteringsystem. Lite tillspetsat kan man säga att fokuseringen på människan hade medfört att man ställde kravmen negligerade att ifrågasätta produkten. Frapperande var de stora skillnader i monte-

ringstider mellan olika personvagnar som redovisades av Gustavsson (1979) och som sedan verifierades genom demontering av olika fordon (Engström 1983).

Nu, i efterhand, inser författarna att *det traditionella sättet att organisera produktinformationen hade dolt och till och med förstört produktens inbyggda logik*, vilket skapat en industriell kontext som varit förledande, en intellektuell återvändsgränd, vilken lett till det felaktiga antagandet om en komplex och variantrik produkt. Till och med så komplex att den ej kunde förstås och överblickas av någon enskild människa. Ett antagande som visade sig bero på befintlig produktinformation kombinerat med att den fysiska produkten flyttades från arbetsstation till arbetsstation längs ett seriellt produktflödesmönster med korta cykeltider. Dessa förhållanden blev uppenbara när författarna demonterade personvagnar i experimentverkstaden. Detta arbete väckte ett stort intresse hos berörda praktiker som under ett flertal år valfärdade till lokalen för att försäkra sig om att materialvolymerna ej var så omfattande och att produkten hade en viss inre logik.

Utformning ett monteringsystem med hjälp av den produktinformation som finns tillgänglig i den konstruktionsrelaterade produktstrukturen, kompletterad med ytterligare information, har den fördelen att de anställda själva kan delta. Att de anställda självsändigt skulle ha kunnat utveckla den typ av icke traditionella monteringsystem som diskuteras i detta kapitel är dock ej realistiskt. Dessutom bör det noteras att en sk contextuell design, dvs. att man startar utformningen, eller designprocessen utifrån en förståelse av brukarens kontext (Löwgren 1993), ej varit möjlig. Inget av de refererade fallen har en sådan kontext funnits tillgänglig. Där emot har det varit möjligt att personal under handledning kunnat medverka i den detaljerade utformningsprocessen, och i samband därmed handgripligen givits möjlighet och utrymme att artikulera sina behov och sin kunskap, en medverkan som även medföljde en detaljerad insikt

i bakomliggande principer. Deltagande operatörer visade sig snabbt i många avseenden bli väsentligt kunnigare än exempelvis produktionstekniker som ej deltagit i denna utformningsprocess.

Slutkommentarer

Korrekt utformade, icke traditionella monteringsystem med parallella produktflödesmönster och arbetsgrupper med lång cykeltid har visat sig vara effektivare och flexiblare än traditionella monteringsystem. Intresset för dessa erfarenheter har under de senaste åren intensifieras bland intressenter från Japan och Korea, som kan komma att prospektera på initiativ framsprungna ur unika svenska förutsättningar såsom statliga etableringsstöd och fonderade företagsvinster. Det socioekonomiska sammanhanget har alltså varit en nyckelfaktor. Dessutom har det nära och långvariga samarbetet mellan forskare och praktiker, vilket i många avseenden internationellt sett är sällsynt, haft stor betydelse. Det bör även poängteras att samarbetspartners från industrin accepterat publicering av principer och utformningsmetoder, men ej av direkt information som beskriver de icke traditionella monteringsystems prestanda (monteringstider, kvalitetsutfall etc.). Ur internationell konkurrenssynpunkt vore det i själva verket riktigare att redovisa den senare informationen men vara betydligt mer förtegen om mer allmänt tillämpbara principer och utformningsmetoder.

Flexibilitetsfördelarna med icke traditionella monteringsystem, i kombination med den förbättrade kontrollen av att produkten verkligen tillverkas såsom specificerats, gör att detta sätt att montera borde intressera världens fordons-tillverkare. Det faktum att säkerhets- och emissionsaspekter i framtiden får en allt mer avgörande roll innebär att det idag är väsentligt att produkten verkligen byggs enligt specifikation vilket förutsätter korrekt produktinformation. Dessutom har utnyttjade principer och den

beskrivna utformningsmetoden visat sig vara generell och överförbar till traditionella seriella produktflödesmönster varför det kanske, i en mer allmän mening, finns ett embryo till en ny produktionsmodell?

1. Likheten med en människokropp var en metafor som gjorde det möjligt att rekonstruera produktens logik genom att klistra och klippa i olika verkstadsböcker, reservdelskataloger, olika produkttekniska underlag etc. för att konstruera alfabetiska sökregister, identifiera synonyma och homonyma begrepp på ingående komponenter och produktsystem. Ett speciellt system av normaliserande illustrationer utvecklades för att dokumentera och visa alternativa sätt att beskriva produkten (Engström, Hedin och Medbo 1992). Detta innebar, exempelvis vid utformningen av monteringsystem för Volvo Lastvagnar, att forskarna och medverkande personal från företaget under demontering av en lastvagn successivt förde över varje enskild ledning till fyra träattrapper av lastvagnsramen, en attrapp för varje ledningssystem i lastvagnen. Varje ledning placerades på dessa attrapper såsom de var monterade på den fysiska produkten upprigade på attrapperna med hjälp av bl.a. ståltråd och snören. Därefter ritades ledningarna av normaliserade mot en genomskinlig trådmodell.

REFERENSER

- Careborg, M. & Linder, J.** (1977). *Socioteknisk analys av en line*. Göteborg: Institutionen för Industriell Organisation, Chalmers Tekniska Högskola
- Eckerstöm, G. & Södahl, L.** (1981) *Ekonomisk analys av annorlunda fabriker*. Stockholm: PA-rådet (working paper)
- Ellegård, K. Engström, T. Johansson, B. Nilsson, L. & Medbo, L.** (1992) *Reflektiv produktion – Industriell verksamhet i förnyelse*. Göteborg: Volvo Media
- Engström, T.** (1983) *Materialflödessystem och serieproduktion*. Göteborg: Institutionen för Transportteknik, Chalmers Tekniska Högskola
- Engström, T. & Karlsson, U.** (1981) *Alternativ montering – Slutrapport*. Göteborg: Institute for Management of Innovation and Technology
- Engström, T. Hedin, H. & Medbo, L.** (1992) Design Analysis by means of Axonometric Hand-Drawn Illustrations. *The International Product Development Management Conference on New Approach to Development and Engineering, proceedings*. pp 147–157
- Engström, T. Jonsson, D. & Medbo, L.** (1999) Developments in Assembly System Design: The Volvo Experience. i Lung Y, Chanaron. J J, Fujimoto and Raff D (eds.) *Coping With Variety: Flexible Production Systems for Product Variety in the Automobile Industry*. Ashgate, Aldershot. pp 192–223
- Gustafsson, S. O.** (1979) *Drivkrafter till och konsekvenser av olika anläggningsstorlek*. Göteborg: Institutionen för Industriell Organisation, Chalmers Tekniska Högskola
- Karlsson, U.** (1978) *Alternativa produktionsystem till lineproduktion*. Göteborg: Department of Sociology
- Löwgren, J.** (1993) *Human-Computer Interaction – What every system developer should know*. Lund: Studentlitteratur
- Medbo, L.** (1999) *Materials Supply and Product Descriptions for Assembly System – Design and Operation*. Göteborg: Department of Transportation and Logistics, Chalmers University of Technology
- Nilsson, L.** (1995) The Uddevalla plant – Why did it succeed with a holistic approach and why did it come to an end?, i Sandberg Å (ed.) *Enriching production – Perspectives on Volvo's Uddevalla plant as an alternative to Lean Production*. Avebury: Aldershot, pp 75–86
- Rosengren, L.G.** (1981) Potential Performance of Dock versus Line Assembly. *Intern. Journal of Production Research*, vol 19, no 2, pp 139–152

