

G.I. 106

Den monteringsrelaterade produktbeskrivningen

- en förutsättning för effektiv monterering

Text: Tomas Engström, Dan Jonsson och Lars Medbo

Tomas Engström och Lars Medbo, Institutionen för Transportteknik, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg samt Dan Jonsson, Sociologiska Institutionen, Göteborgs Universitet.

Föreliggande artikel redovisar vissa delar av det forsknings- och utvecklingsarbete som utförts av författarna i samarbete med svensk fordonsindustri under de senaste tio åren och som har syftat till att utveckla alternativ till linemontering. Specifikt inriktas artikeln på att beskriva utformningen av den monteringsrelaterade produktbeskrivning som visat sig vara en av de väsentliga grundstenarna för dessa monteringsystem. Detta är en reformerad produktbeskrivning - ett alternativ till den konstruktionsrelaterade produktbeskrivning som hittills utnyttjats inom fordonsindustrin.

Den tekniska utvecklingen ger idag helt nya möjligheter att utforma effektiva monteringsystem med långcykligt monteringsarbete som förutsätter ett helhetsinriktat lärande och som ger både hög produktivitet och god arbetsmiljö. Det som tidigare var omöjligt när man försökte utveckla alternativ till linemontering kan idag hanteras genom att bl a utnyttja ny informationsteknik, automatiserad transport- och hanteringsutrustning samt möjligheter till ekonomisk mekanisering även vid låga produktionsvolym.

Det nya monteringsarbetet kräver dock speciella förutsättningar i form av bl a nya flödesmönster i produktionen (parallella flöden så att väntetider ej uppstår mellan arbetsstationer), buffereringsprinciper anpassade till det nya produktionssättet (innebärande att flera operatörer bygger på flera produkter samtidigt, men att dessa har ett antal fria arbetspositioner så att väntetider ej uppstår inom arbetsgruppen), och reformerade produktbeskrivningar (att produkten beskrivs så att den kan förstås vid monteringen). Detta är dock ett omfattande problemkomplex (se exempelvis Karlsson 1979; Ellegård et al. 1992). Vi skall därför i denna artikel fokusera på den reformerade produktbeskrivningen, som är en förutsättning för lärande och materialförsörjning samt ett resultat av författarnas arbete inom svensk fordonsindustri. Vi argumenterar för att monteringsystem med långcykligt monteringsarbete kräver en monteringsrelaterad produktbeskrivning - ett alternativ till den nuvarande, konstruktionsrelaterade produktbeskrivningen som hittills utnyttjats inom fordonsindustrin.

kan skiljer på additivt och helhetsinriktat lärande. Det additiva lärande utgår från antagandet att det slutliga resultatet av arbetet är totalsumman av samtliga delar och arbetsmoment. Arbetsmoment betraktas som oberoende av varandra och själva sammanfogningen. Detta leder till krav på standardisering. Helhetsinriktat lärande innebär att man lär sig utifrån helheten. Helheter som är "större" än summan av enskilda arbetsmoment (Morton 1986; Marlon, Hounsell och Wisthe 1986).

Ett nytt monteringsarbete

I de flesta fabriker som tillverkar fordon i industriell skala sker monteringen i serieflöden. Vissa fördelar med parallella flöden har varit kända sedan flera år, men de har inte utnyttjats. Detta beror bland annat på att det saknats rationella metoder att försörja parallella flöden med så stora mängder material som fordras.

Produktionstekniska åtgärder vid linemontering medför att arbetsuppgifter måste flyttas mellan olika arbetsstationer längs ett serieflöde beroende på produktvarianter. Detta har bland annat balanseeringstekniska orsaker, dvs man vill ha en hög och jämn beläggning på varje operatör. För operatörerna blir detta störande, eftersom de saknar överblick och sammanhang. Komponenter som hör ihop med samma system eller funktion i de färdiga produkterna monteras ofta inte på samma eller ens på närliggande arbetsstationer. Tiden får med andra ord råda över arbetsinnehållet, och då saknas en av förutsättningarna för helhetsinriktat lärande.

Detta får till följd att den enskilde operatörens arbete består av ett antal arbetsmoment utan uppenbara logiska samband. Eftersom personvagnar består av en stor mängd komponenter, saknar operatören i serieflöden den överblick av hela flödet, som möjliggör förståelse av samband. I fabriker med serieflöden är det i stort sett bara de produktionstekniska avdelningarna, som har förutsättningar för en viss överblick. Linefabriker saknar således en viktig grundförutsättning för att utveckla ett nytt arbete som bygger på människors naturliga förutsättningar att utföra ett arbete effektivt.

När yrkesarbetare i arbetsgrupper ska montera hela eller större delar av fordonet, måste flödet parallelliseras. Arbetet kan då omfatta begripliga helheter som utförs i långa arbetscykler, eftersom produkten i sig kan utgöra en arbetsinstruktion. Den står stilla under hela arbetet och operatörerna rör sig runt en eller flera produkter samtidigt.

En utgångspunkt för reformeringen av

monteringsarbetet är att människan kan arbeta effektivt om arbetet upplevs som begripligt och meningsfullt. Detta innebär att man måste kunna förstå eller finna ut hur det egna arbetet hänger samman med arbetskamraternas och hur den produkt som monteras successivt byggs samman. På så vis kan den enskilde både förstå och utföra sitt arbete och inse dess plats i helheten. Här ligger möjligheten att utveckla monteringsarbetet till ett genuint yrkesarbete (Nilsson 1985).

Arbetsinnehållet får med andra ord råda över tiden, vilket är en avgörande förutsättning för helhetsinriktat lärande. Arbetsuppgifter fördelas alltså ej, såsom är fallet vid linemontering, så att samtliga operatörer har lika lång cykeltid och en hög, jämn beläggning.

I Volvos nedlagda fabrik i Uddevalla skedde arbetet i sk produktverkstäder. Arbetsgrupperna bestod av sju eller nio operatörer (två principiellt olika layouter fanns). Operatörerna alternerade mellan flera produkter inklusive förarbetsstationer. Materialen levererades i form av materialsatser, vilka innehöll exakt de komponenter som behövdes för en specifik produkt.

En av de grundläggande principerna för långcykligt monteringsarbete är att materialexponering, arbetets genomförande och arbetets administrativa beskrivning i form av exempelvis arbetsinstruktioner överensstämmer. På detta sätt bildas tre olika beskrivningar av samma verklighet. Dessa beskrivningar korrigerar varandra. Om exempelvis en komponent inte tycks passa gör korrekta arbetsinstruktioner det möjligt för montören att avgöra om han fått fel komponent eller monterar på fel sätt. Annars tvingas operatören att provmontera, eventuellt med följden att han eller hon måste riva ned montaget om det visar sig felaktigt med efterföljande negativa effekter på produktkvalité. Notera att vid linemontering finns det överhuvudtaget inte tid för detta, utan operatörer måste "släppa iväg" en felaktig produkt oavsett orsaken.

Studier från linemontering visar att den justering som krävs på en arbetsstation för att hindra att fel byggs in för kommande operatörer vanligtvis är under fem minuter, och att hälften av felet kräver mindre än en minut att åtgärda. Om operatören är belagd 80% av en cykeltid på exempelvis två minuter så kommer merparten av felet aldrig att kunna åtgärdas direkt på den arbetsstation där montaget skett - produkten går ofrånkomligen ifrån operatören (Engström och Karlsson 1980). Behov av justerare och kontrollanter uppstår längs serieflödet eller så krävs det en slutjusteringsavdelning.

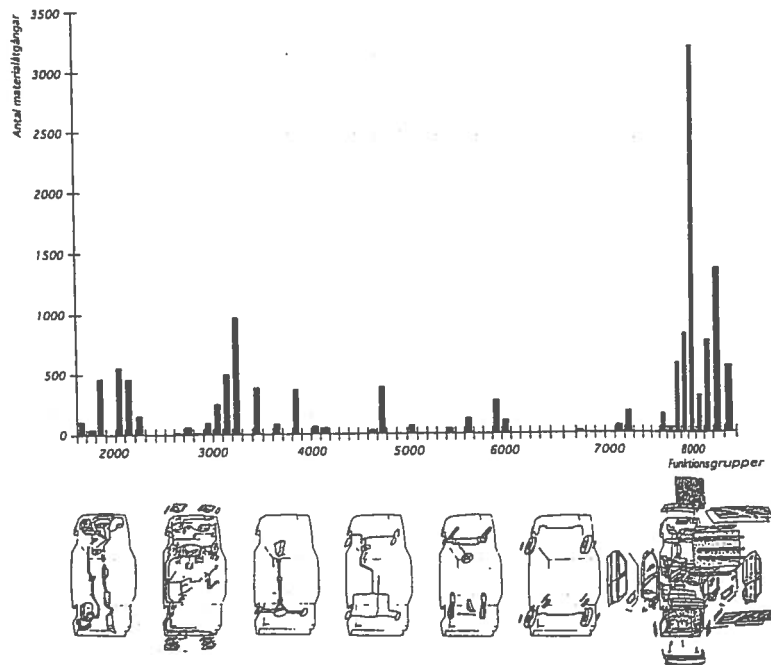
En monteringsrelaterad produktbeskrivning gör det möjligt att förstrukturera informationen, vilket medger möjlighet att organisera materialet i materialsatser med exakt de komponenter som behövs. Den slutliga sammanfogningen blir då en verifiering av att förstruktureringen av informationen är korrekt. En viktig poäng i sammanhanget är att vid fordonstillverkning detaljerad information finns tillgänglig från konstruktionsavdelningen långt innan material är på väg till fabriken (Engström, Jonsson och Medbo 1997).

Konstruktions- respektive monteringsrelaterad produktbeskrivning

Nedan i figur 1 visas den konstruktionsrelaterade produktbeskrivningen (det s k funktionsgruppsregistret), som användes för att beskriva fordon inom svensk industri. I funktionsgruppsregistret indelas de komponenter som fordonet består av i grupperna, 2 000 Motor med anslutningsdetaljer, 3 000 Elsystem och instrumentering, 4 000 Kraftöverföring, 5 000 Broms, 6 000 Hjulupphängning och styrning, 7 000 Fjädring, dämpning och hjul och 8 000 Kaross, inredning.

Det är viktigt att inse att funktionsgruppsregistret ej stöder produktförståelsen i slutmonteringen. Orsaken till detta är att registret från början var relaterat till konstruktionsarbetet såsom personvagnen tidigare var uppbyggd (idag har en personvagn exempelvis självbärande kaross vilket medför att den "fyller upp" funktionsgruppsregistret på ett helt annat sätt än exempelvis en lastvagn som har konventionell ram). Som en följd härav kommer merparten av personvagnens komponenter att koncentreras till 8 000-gruppen - den grupp där

Figur 1. Den konstruktionsrelaterade produktbeskrivningen (det s k funktionsgruppsregistret), som används för att beskriva fordon inom svensk industri. I diagrammet visas längs x-axeln funktionsgrupperna 2 000 - 8 000 och längs y-axeln antalet materialåtgångar, d v s den administrativa enhet som motsvarar materialadress längs ett serieflöde och den enhet efter vilket materialet kodas för att kunna styras.



Figur 2. (sid 45) Den monteringsrelaterade produktbeskrivning som bl a använts vid utformning av Valvos nedlagda fabrik i Uddevalla vid tillverkning av personvagnar. Längs x-axeln grupperna 1 El, instrumentering och klimat, 2 Drivlina, 3 Dekor och 4 Inredning. Längs y-axeln visas antalet materialåtgångar, d v s den administrativa enhet som motsvarar materialadress längs ett serieflöde och den enhet efter vilket materialet kodas för att kunna styras.

Figur 1

allt som inte passar i de övriga grupperna hamnat. Funktionsgruppsregistret är dessutom avsett för fordon generellt, och detta innebär att när det används för personvagnar bortfaller delar av dess hierarki på ett sätt som gör det svårt att hitta komponenter och förstå produkten (Engström och Medbo 1993).

I figur 2 visas en monteringsrelaterad produktbeskrivning för en personvagn, där huvudgrupperna är 1 El, instrumentering och klimat, 2 Drivlina, 3 Tätningar och dekor samt 4 Inredning. Antalet åtgångar sprids ut relativt jämnt över de olika grupperna.²

De egenskaper som i personvagnsfallet har visat sig ha betydelse för att diskriminera mellan grupper av material i den monteringsrelaterade produktbeskrivningen är produktfunktion (därmed samband med andra komponenter), egenskap hos enskild komponent (såsom material, form, tyngd, etc.), placering på kaross (monteras till hjulhus, torped, etc.) och monteringsrestriktioner (såsom före/efter motorgifte, etc.). I figur 3 har karaktäristiska egenskaper som utmärker komponenterna i varje grupp och särskiljer komponentgrupperna

från varandra redovisats.

Notera att olika fabriker skiljer sig åt innebärande att produkten monteras på olika sätt vad gäller sekvens, utrustning, etc., men trots detta är det möjligt att ändå alltid förstå arbetet utifrån den verkliga produkten med hjälp av den monteringsrelaterade produktbeskrivningen.³

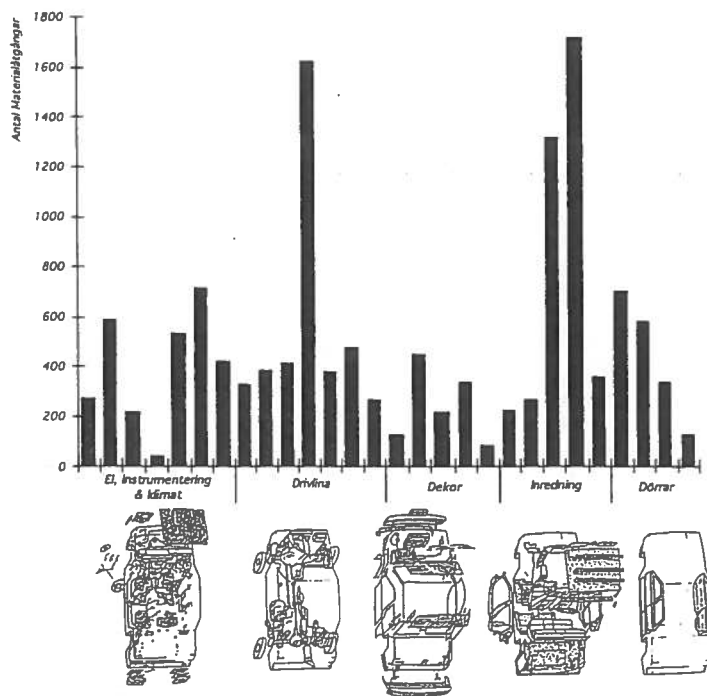
Fem generiska samband som berör alla fordon

Hur är det då möjligt att se den monteringsrelaterade produktbeskrivningen som generell? Jo det är faktiskt så att det finns vissa generiska samband som gäller oavsett vad det handlar om för fordon. Detta gör det möjligt att få en överensstämmelse mellan materialexponering, arbetets genomförande och arbetets administrativa beskrivning. Det handlar om (a) samband mellan komponenter inom samma produktindivid, (b) samband mellan komponenter i olika produktindivider och (c) samband mellan komponenter som ingår i samma produktindivid, men som monteras vid olika tidpunkter:

² 1985 ställde Volvo välvilligt lokaler, datauppkopplingar och övriga resurser till vårt förfagande. Vi kom att under perioden 1992 - 1998 disponera en stor verkstadslokal i Göteborg i direkt anslutning till de kontorslokaler som Volvopersonalen använde under projekterings första period. Liknande förhållanden har även förekommit bl a i samband med återuppbyggnaden av fabriken i form av Autonova AB. För att få ordning och logik i monteringsarbetet demonterade vi en komplett personvagn identisk med de första 50 personvagnar som skulle byggas i utbildningsverkstaden. Vi hade även samtidigt två kompletta, ej demonterade, personvagnar i verkstaden som var försedda med all tillgänglig extra utrustning färdiga för demolering för att kontrollera inverkan av produktvarianter. Komponenterna på verkstadsgolvet grupperades d.v.s. organiserades så att vi fick fyra grupper av material givet. Grundantagandet var att monteringsarbetet skulle representeras av 20 minuters moduler. Detta eftersom erfarenheterna från tidigare försök inom Volvo att förlänga cykeltiden erfarenhetsmässigt hade lett fram till denna gräns [20 minuter kräver 3 - 6 veckors inlärnings tid, men detta gäller vid traditionellt sätt att försörja material och om den konstruktionsrelaterade produktbeskrivningen används].

³ Den monteringsanpassade produktbeskrivningen utvecklades under ett samarbete med Volvo mellan 1986 - 1989 i anslutning till utformningen av Volvos nu nedlagda fabrik i Uddevalla. Ursprungligen var beskrivningen avsedd för Volvos 700-modell men har senare visat sig vara möjlig att utnyttja för Volvos 200-, 800- samt C70-modeller. I det senare fallet vid återuppstartningen av fabriken i Uddevalla som Autonova AB där Volvo och Tom Walkingshaw (TWR) nu tillverkar kupéer och kabrioletter [C70]. Liknande tillvägagångsätt har vi även utnyttjat i samarbete med Volvo lastvagnar under 1985 - 1987, då man även bestämde sig att introducera parallella flöden för lastvagnar i fabriken i Tuve i Göteborg. Nu har vi även nyss utnyttjat förfarandet för linemontering vid montering av dieselmotorer vid Scania's fabrik i Södertälje [Portolomeos och Schoonderwal 1998], i detta fall eftersom man idag har svårigheter med att hantera ändringsorder vilket till stora delar har visat sig bero på sättet att beskriva produkten.

figur 2



- 1 Organisk struktur. Ser man produkten uppifrån kan de ingående komponenterna organiseras efter produktens tänkta mittlinje. En personbil är symmetrisk runt mittaxeln och komponenterna förekommer i parrelationer på båda sidor om denna axel. Vissa komponenter förekommer i parrelationer runt denna mittlinje, medan andra komponenter inte är dubblerade (exempelvis rattaxel och handskfack), detta helt analogt med hur exempelvis en människokropp är uppbyggd.
- 2 Funktionella samband. Komponenter bildar tillsammans system eller funktioner. Ett bromssystem fungerar så att chaufförens pedalkraft vid inbromsning konverteras till hydraultryck i huvudcylindern. Detta tryck leds via bromsledningarna till bromsoken, som då

- klämmer runt bromsskivorna. Inser man denna funktion så är det självklart att alla komponenter måste vara monterade för att systemet skall fungera.
- 3 "Diagonal symmetri". Ser man produkten uppifrån och jämför olika produkter med varandra kommer vissa komponenter att vandra över till andra sidan. Lite förenklat uttryckt kan man säga att komponenterna roterar kring en axel placerad någonstans mellan fordonets diagonaler (från främre höger hörn till bakre vänster hörn och tvärt om) och i fordonets mittlinje. När en högerstyrd personvagn förändras till en vänsterstyrd flyttar sig exempelvis rattaxel och ratt samt kombinationsinstrument, medan exempelvis hjulupphängningen förblir oförändrad.

Figur 3

| 1 El, Instrumentering och klimat | 2 Drivlina | 3 dekor | 4 Inredning |
|---|---|--|---|
| 1.1 Proppar, plugg och tejp - Funktion (tålning av kaross) - Form (små) - Materialtyp (gummi, plast) | 2.1 Bromssystem - Funktion (minska hastighet) - Form (lång, smal) | 3.1 Gummilister - Funktion (tälar) - Materialtyp - Form - Typ av arbete - Färg (svart) | 4.1 Mattor - Funktion (finbeklädad av golv) - Materialtyp - Form (mjuk, utsträckt, böjlig, tunn) |
| 1.2 Elledningar och elstyrning - Funktion (leder, förbrukar och styr ström) - Form (långa, smala) | 2.2 Bränslesystem - Funktion (förvaring och distribution av bränsle) | 3.2 Yttre prydnader - Funktion (dekorera) - Materialtyp - Form - Färg (svart eller blank) - Typ av arbete | 4.2 Innertak - Funktion (finbeklädad tak) - Position (tak) |
| 1.3 Ytterbelysning - Funktion (för att se och synas) | 2.3 Avgassystem - Funktion (bortförande av avgaser) - Form (lång, smal) | 3.3 Rengöring och dränering - Funktion (tillför och bortför vatten) | 4.3 Paneler och fack - Funktion (inreder kupé) - Materialtyp (plast) - Färg (inredningens) |
| 1.4 Isoleramattor och isolerematerial - Funktion (ljud och värmeisolering) - Materialtyp (mjuk, böjlig) | 2.4 Motor - Funktion (främre kraftpaket) - Typ av arbete (stort förmontage) | 3.4 Yttre skydd - Funktion (skyddar på olika sätt) - Materialtyp - Form - Position (m nedre del) | 4.4 Stolar och säkerhetsbälten - Funktion (sittplats och fastsättning) - Form - Färg (inredningens) |
| 1.5 Klimatanläggning - Funktion (värme och luftdistribution) | 2.5 Kardan och bakaxel - Funktion (bakre kraftpaket) - Position (under) | 3.5 Glas - Funktion (utsikt och insikt) - Materialtyp - Form (välvd) - Typ av arbete | 4.5 Bagagerumsdetaljer - Funktion (inredning i bagage-/lastrum samt tillbehör) - Position (bak, bagage) |
| 1.6 Pedalstall och styrutrustning - Funktion (manöverutrustning, hastighet och riktning) - Position (förarplats) | 2.6 Försörjningsdetaljer för motor - Funktion (försörjer motor med el, luft och vatten) - Position (motorrum) | | |
| 1.7 Instrumentbräda - Funktion (visuell samspel människa fordon samt komfortreglage) - Arbetstyp (stort förmontage) | 2.7 Hjul - Funktion (medför att fordonet kan förflyttas) - Materialtyp (gummi med stålkärl) - Form | | |

Figur 3. Monteringsrelaterad produktbeskrivning för en personvagn. Med denna gruppering som grund beskrivs olika arbetsfördelningar och monteringssekvenser, där olika sekvenser kan liknas vid alternativa färdvägar på en karta.

4 Plus/minus-samband. När man jämför olika produkter med varandra finner man att vissa komponenter tillkommer medan andra bortfaller. Har man automatväxellåda på en personvagn så finns det ingen manuell växellåda och omvänt.

5 Genealogiska samband. Under monteringen tar produkten successivt gestalt. Att exempelvis en personvagn har eller får en viss komponent monterad medför sedan att den kräver andra. Har personvagnen luftkonditionering så är motorn försedd med en AC-kompressor, vilket i sin tur medför att det senare måste monteras ett kylaggregat i kupén, vilket kräver ledningar, etc.

Dessa fem generiska samband korrigerar varandra. Man kan säga att det förekommer fem utgångspunkter som gör det möjligt att exempelvis organisera materialet så att materialexponering, arbetets genomförande och arbetets administrativa beskrivning överensstämmer.

Produktvarianter och generativitet

Hur beskrivs då produktvarianter? Jo, om en produkt delas in i särskiljbara grupper av material kommer, om produktvariation förekommer, denna variation att innebära att skillnader mellan olika produktindivider som kommer att bilda spår - samband mellan materialgrupper - som är mer eller mindre självklara.

I ena extremfallet är det självklart vid exempelvis personvagnsmontering att den nakna karossen skall förses med taklucka när det finns ett stor öppning i taket, vilket även är uppenbart när produkten är färdigmonterad. Vi säger då att taklucka är en egenskap/variation som har högsta graden av generativitet.

Lägsta graden av generativitet innebär att det överhuvudtaget inte finns några uppenbara/självklara samband mellan de komponenter som skall monteras och de som redan har monterats. Vid personvagnsmontering förekommer det exempelvis två olika sorters reservhjul, ett som är som de vanliga hjulen och ett reservhjul

som enbart tillåter färd till reparationsverkstad med en begränsad hastighet. Det finns inga andra komponenter hos produkten som gör det möjligt att förstå vilken sorts reservhjul som bör monteras. Vi säger då att ingen generativitet förekommer.

Produktens variation i den monteringsrelaterade produktbeskrivningen medför att egenskaper hos olika produktvarianter kommer att uppträda som spår med olika grader av utsträckning eller generativitet. Generativitet av högsta graden betingas t.ex. av karossfärg, av om bilen har eller saknar taklucka och av om den har fyra eller fem dörrar. Generativitet som bildas av de större förmontagen exemplifieras av motor med insprutnings- eller emissions-system samt enkel eller delad bakaxel. Variation i egenskaper som bildas inom en särskild grupp av material men sträcker sig över flera sådana grupper betingas t.ex. av egenskaperna med eller utan ABS-system samt med eller utan antispinnsystem. Det finns även egenskaper som bara förekommer inom en grupp, såsom inredningsfärg. Navkapslar, typ av vindrutetorkare och typ av reservhjul är egenskaper som inte har någon relation till andra komponenter och har alltså ingen generativitet.

Notera att vi i detta sammanhang diskuterar sådana samband som har relevans vid montering. Naturligtvis finns det andra samband mellan i produkten ingående komponenter. Med hänsyn till chassidynamik finns exempelvis samband mellan vilka fjädrar, stötdämpare, krängningshämmare, etc. som ingår i en personvagn, men sådana samband är ej möjliga att genomskåda för den som monterar.

Sammanfattningsvis gör genealogiska samband och generativitet det möjligt att beskriva produkter så att operatören på verkstadsgolvet får möjlighet till ett helhetsinriktat lärande utifrån den monteringsrelaterade produktbeskrivningen bestående av särskiljbara grupper av material.

Från monteringsrelaterad produktbeskrivning till arbetssekvenser

Det gäller att skilja mellan å ena sidan monteringsrelaterad produktbeskrivning och å andra sidan hur arbetet genomförs i form av arbetssekvenser. God monteringsförståelse innebär att operatören kan se att det finns flera arbetssekvenser som är möjliga i monteringsarbetet. Den monteringsrelaterade produktbeskrivningen är att betrakta som en klassificering där sedan individen eller arbetsgruppen väljer olika arbetssekvenser.

Man kan alltså montera produkten i olika sekvenser genom att fördela om arbetet på olika sätt, både mellan montörer och individuellt. Man bör förstås välja det alternativ som är mest effektivt vid varje monteringsstillfälle. Frånvaro i arbetsgruppen kan leda till att man väljer ett annat sätt att montera än vad man gör när alla gruppmedlemmarna är närvarande. En arbetsgrupp med nyanställd personal väljer å sin sida ett annat sätt att montera, beroende på vilken kompetens som arbetsgruppen som helhet besitter.

Ett exempel är klimatanläggningen i en personvagn. Vid kortcykligt arbete beskrivs arbetet som sekvenser av komponenter. Vid långcykligt arbete när helhetsinriktade lärandeprinciper tillämpas utgår beskrivningen av arbetet från hur komponenterna är placerade i den färdiga personvagnen.

Avslutande kommentar

Sammanfattningsvis har det visat sig att en monteringsrelaterad produktbeskrivning är en förutsättning för effektivt långcykligt monteringsarbete. Vid fordonstillverkning finns detaljerad produktinformation tillgänglig från konstruktionsavdelningen genom den konstruktionsrelaterade produktbeskrivning som hittills utnyttjats inom fordonsindustrin, men för att stödja monteringsarbetet - i synnerhet långcykligt monteringsarbete - måste denna produktinformation omstruktureras så att den bildar en monteringsrelaterad

produktbeskrivning. Denna förutsättning för effektiv montering har ej varit uppenbar för många av industrins beslutsfattare.

En sådan monteringsrelaterad produktbeskrivning innebär, om man ser framåt i tiden, helt nya möjligheter. Utifrån våra erfarenheter av att transformera konstruktionsavdelningens existerande information för att passa olika monteringsystem är det t.ex. möjligt att på ett konstruktivt sätt även integrera ergonomiska aspekter i produktbeskrivningen. Ett sådant arbete har påbörjats inom forskningsprogrammet "Co-operative for Optimization of Industrial Production Systems Regarding Productivity and Ergonomics" (COPE)⁴. Se Winkel et al (1998).

Detta arbete har även, vilket kanske ej borde vara ägnat att förvåna, aktualiserat ett behov av att precisera begrepp såsom tvär- och mångvetenskap, vilket idag är av allmänt intresse beroende på att vetenskapligt arbete allt oftare bedrivs i nätverksform och att vissa forskningsfinansiärer direkt efterfrågar sådan forskning. Detta är dock erfarenheter som vi inte har utrymme att diskutera här, men som vi kan återkomma till i en kommande artikel.

⁴ Detta är ett forskningsprogram som etablerats mellan Enheten för produktionsergonomi vid Arbetslivsinstitutet i Stockholm, Institutionen för Transportteknik vid Chalmers Tekniska Högskola och Lindholmen Utveckling, båda i Göteborg, samt Avdelningen för Yrkes- och Miljömedicin vid Universitetet i Lund.

REFERENSER:

Ellegård K, Engström T, Johansson B, Nilsson L, Medbo L (1992). "Reflektiv produktion - Industriell verksamhet i förnyelse". Volvo Media, Göteborg.

Engström T, Jonsson D, Medbo L (1997). "Successive Assembly System Design Based on Disassembly of Products". "The Creation of Prosperity, Business and Work Opportunities Through Technology Management", Mueller H, Persson J-G, Lumsden K R (eds.), Göteborg, pp 264 - 273.

Engström T, Karlsson U (1980). "Alternativ montering - Slutrapport". Institute for Management of Innovation and Technology (IMIT), Chalmers Tekniska Högskola.

Engström T, Medbo L (1993). "Naturally Grouped Assembly Work and New Product Structures". International Journal of Technology Management, Vol 7, No 4/5, pp 302 - 313.

Karlsson U (1979). "Alternativa produktionssystem till lineproduktion". Department of Sociology, Gothenburg University, Gothenburg (Ph.D. thesis in Swedish).

Marton F (1986). Fackdidaktik. Studentlitteratur, Lund (in Swedish).

Marton F, Hounsell D, Entwistle M (1986). "Hur vi lär". Rabén & Sjögren, Stockholm

Nilsson L. (1985). "Naturligt arbete och industriellt lärande". Institutionen för Pedagogik, Göteborgs Universitet (stencil).

Winkel J, Christmasson M, Cyren H, Engström T, Forsman M, Hansson G-Å, Johansson Hanse J, Kadefors R, Mathiassen S E, Medbo L, Möller T, Ohlsson K, Petersson, Skerfving S, Sundin A (1998). "A Swedish Industrial Research Program. Co-operative for Optimization of Industrial Production Systems Regarding Productivity and Ergonomics (COPE). American Journal of Industrial Medicine, NIOSH-FIOH-NIWL Science Symposium, Morgantown.

