

Hur utvecklas produktionssystem i svensk tillverkningsindustri?

Rapport från delprojekt A i Datormanikinprojektet

Marita Christmansson¹ och Magnus Rönnäng²

1. Arbetslivsinstitutet Väst, Box 8850, 402 72 GÖTEBORG

E-post: marita.christmansson@arbetslivsinstitutet.se

2. Chalmers tekniska högskola, Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling, 412 96 GÖTEBORG

E-post: magnus.ronnang@me.chalmers.se

ARBETSLIVSRAPPORT NR 2003:5

ISSN 1401-2928

Arbetslivsinstitutet Väst – Industrin och den mänskliga resursen

Enhetschef Marianne Törner


Arbetslivsinstitutet



CHALMERS

Sammanfattning

Hur utvecklas nya produktionssystem i tillverkningsindustrin? I vilken utsträckning används ny datorteknik i företagens utvecklingsprocesser, ny teknik såsom simuleringar och visualiseringar? Denna rapport redovisar en studie¹, där dessa och liknande frågor ställdes till elva svenska företag i tillverkningsindustrin. Företagen representerar ett tvärsnitt av svenska företag inom tillverkningsindustrin, och omfattar ett brett spektrum med avseende på typ av produkt, tillverkningsvolym, antal anställda, koncern tillhörigheter och omsättning.

Samtliga medverkande företag höll på med en större förändring av ett produktionssystem, eller hade nyligen tagit ett förändrat eller nytt produktionssystem i drift. Förbättrad kapacitet och effektivitet var generellt sett de vanligaste målen för förändring, även om det fanns ytterligare mål som påtalades. Resultaten visar på en tillverkningsindustri som befinner sig i ett ständigt förändringstillstånd. Har förändringar av produktionssystem blivit ett standardtillstånd? Studien indikerar att så är fallet.

Generellt användes inte visualiseringsverktyg för utveckling av produktionssystem av de elva företagen. De företag som använt sig av simulering- och visualiseringsverktyg visade dock på fortsatt intresse för och användning av visualiseringsverktyg. Fyra av de elva företagen använde simulering- och visualiseringsverktyg systematiskt och kontinuerligt i utvecklingsarbetet, dock speciellt i sina produktutvecklingsprocesser. Vid de övriga företagen (främst små och medelstora) drevs användningen av datorbaserade verktyg i regel av en eller några få personer som visade ett personligt intresse för att introducera sådana verktyg.

Hos de intervjuade företagen fanns en påfallande brist i att utvärdera nya produktionssystem. Orsaker som nämndes var avsaknad av tid, kunskap och verktyg för utvärdering. Mot bakgrund av detta är det knappast förvånande att inte heller någon utvärdering av processer för produktionssystemsutveckling genomfördes. Med tanke på de stora investeringar som görs i utveckling och införande av nya produktionssystem är det anmärkningsvärt att så lite resurser läggs på utvärdering. Denna brist på utvärdering minskar industrins möjligheter att ytterligare förbättra utvecklingen av produktionssystem.

¹ Studien genomfördes inom ramen för "Datormanikiner som verktyg vid utveckling och utvärdering av organisation och lokalanvändning", ett forskningsprojekt vid Chalmers och Arbetslivsinstitutet Väst. Projektet finansieras av Rådet för arbetslivsforskning (RALF) / Verket för innovationssystem (VINNOVA) samt Arbetslivsinstitutet.

Innehållsförteckning

INTRODUKTION	5
VISUALISERING, SIMULERING OCH DATORMANIKINER.....	5
<i>Vad är en datormanikin?</i>	6
METOD	9
FÖRETAGSURVAL	9
INTERVJUBESKRIVNING	10
RESULTAT	11
ÖVERGRIPANDE RESULTAT	11
EN INDELNING I TVÅ FÖRETAGSGRUPPER	11
<i>Grupp 1 – ”traditionell” utveckling av produktionssystem</i>	13
<i>Grupp 2 – utveckling med hjälp av simuleringsverktyg</i>	13
VARFÖR FÖRÄNDRAS PRODUKTIONSSYSTEM?.....	14
HUR SER FÖRETAGEN PÅ FRAMTIDENS PRODUKTION?.....	15
INFORMATION MAN UTGÅR FRÅN VID UTFORMNING AV NYA PRODUKTIONSSYSTEM	16
HUR GÅR UTVECKLINGSPROCESSEN TILL?.....	17
<i>Används konsulter i förändringsarbetet?</i>	19
VILKA METODER ANVÄNDS I UTVECKLINGSPROCESSEN?	19
HUR UTVÄRDERAS PRODUKTIONSSYSTEM OCH UTVECKLINGSPROCESSER?.....	20
<i>Hur utvärderas nya produktionssystem?</i>	21
<i>Varför fungerar inte produktionssystem som avsett?</i>	22
<i>Hur utvärderas utvecklingsprocessen för att ta fram nya produktionssystem?</i>	22
DISKUSSION OCH SLUTSATSER	23
EN INDUSTRI I FÖRÄNDRING?	23
HUR UTVECKLAS PRODUKTIONSSYSTEM IDAG?	24
<i>Bristande struktur för utvecklingsprocessen?</i>	24
<i>Brister i utvärdering av nya produktionssystem</i>	24
UPPLEVS SIMULERINGSVERKTYG SOM ANVÄNDBARA?.....	24
SLUTSATSER	26
REFERENSER	27
MER LÄSNING	28

Bilagor

BILAGA 1 – MANIKINPROJEKTET

BILAGA 2 – FORSKARGRUPPEN

Introduktion

Syftet med det delprojekt som rapporteras här var att ta reda på hur produktionssystem utvecklas idag vid små, medelstora och stora företag. I delprojektet fokuserades hur utvecklingsprojekt genomförs, vilka metoder (arbetsätt och verktyg) som används i utvecklingen, vilka personer/kompetenser som är involverade etc. Särskilt tonvikt lades på vilka IT-verktyg (mer specifikt de visualiserings- och simuleringsverktyg) som används i utvecklingen.

Delprojektet omfattade inte produktutveckling i sig eller ekonomiska aspekter av produktionssystemsutveckling.

I bilaga 1 ges en närmare beskrivning av hela forskningsprojektet. Forskargruppen presenteras i bilaga 2.

Visualisering, simulering och datormanikiner

I studien lades särskild vikt på att utröna den roll avancerade datorverktyg för visualisering och simulering spelade eller kunde spela i utvecklingen av nya produktionssystem. Det råder dock något av en begreppsförvirring för vad dessa begrepp står för, varför en kort introduktion till dessa begrepp är nödvändig.

Visualisering, animering och simulering är alla begrepp som används för att beskriva någon form av datorbaserade bilder eller sekvenser av bilder. Det finns dock skillnader mellan begreppen och hur de bör användas. För att skapa dessa bilder och sekvenser finns på marknaden en mängd olika datorprogram. I dagsläget kan emellertid de olika simulerings- och visualiseringsprogrammen bara hantera en del av alla de frågor som måste beaktas i produkt- och produktionsutveckling.

Datorstödd visualisering kan beskrivas som att med hjälp av datorverktyg skapa och visa en realistisk tredimensionell modell av exempelvis en produkt eller en miljö. Inom produktframtagning används visualiseringar för att skapa virtuella prototyper med en hög grad av realism, utföra virtuell testning (av exempelvis monterbarhet) och utveckla virtuella fabriker.

Definition av datorstödd visualisering

Att med stöd av datorverktyg skapa och presentera exempelvis en arbetsplats, produkt eller problemlösning.

(översatt från Majchrzak et al., 1987)

En animering är en sekvens av bilder som när de spelas upp ger ett intryck av rörelse. En animering är därmed en visualisering av ett förlopp. Animeringen bestäms av de bilder som ingår, varför en förändring av animeringen endast kan ske om någon av de ingående bilderna förändras. Därför kommer en animering att se likadan ut varje gång den visas. Inom produktframtagning används ani-

mering för att visa mer komplexa förlopp, där varje delmoment är beroende av tidigare moment. Ett exempel kan vara montering av komponenter till ett delsystem, t.ex. en dörr till en personbil.

Definition av animering

make alive, to give motions to

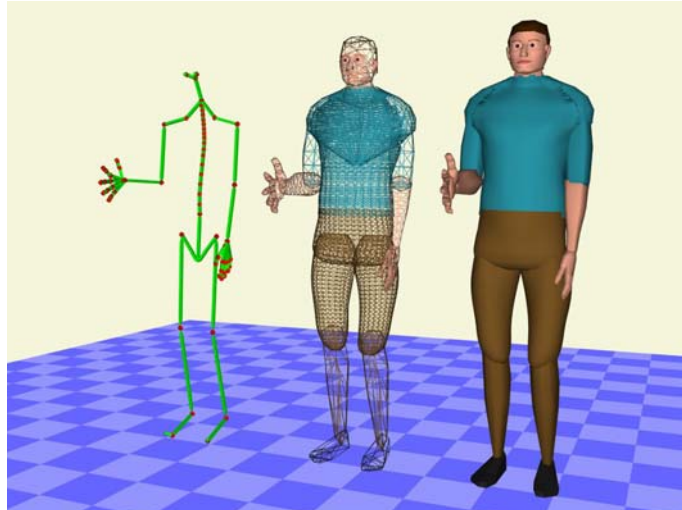
(Random House Compact Unabridged Dictionary)

Simulering är ett samlingsbegrepp för olika tekniker med vilka man utifrån matematiska modeller beskriver ett förlopp eller beräknar ett resultat. I beräkningarna kan man ta hänsyn till variationer och störningar i det som simuleras. De vanligaste simuleringstillämpningarna är flödes- och geometrisimuleringar. Med flödessimulering kan man till exempel beräkna kapaciteter för produktionssystem och upptäcka om och var i systemet det finns kapacitetsproblem. I geometrisimuleringar verifieras en produkts geometri, till exempel vid robotsvetsning och robotmontering.

En variant av simuleringstekniken är så kallad Virtual Reality (VR), som dessutom kännetecknas av att användaren kan interagera med den produkt eller miljö som visualiseras. VR-teknik har genom den snabba datorutvecklingen gått från exklusiva militära tillämpningar till bredare tillämpningar innefattande bland annat produktutveckling, utbildning och underhållning (exempelvis datorspel).

Vad är en datormanikin?




Med begreppet datormanikin menas en datormodell av människan, först och främst en geometrisk modell av kroppen vad gäller storlek och leder (se Figur 1). Datormanikiner är i regel separata program, men det finns även kompletta system i vilka manikiner ingår. I manikinprogrammen kan man få människo-modellen att gå, sitta, lyfta etc. I programvarorna finns ofta möjligheten att göra ergonomianalyser av manikinens rörelser. Man kan till exempel mäta ryggens belastning, visa vad manikinen ser och hur manikiner med olika kroppsmått kan utföra en uppgift.



- Figur 1 - En datormanikins uppbyggnad (Jack)

I figuren ovan ser vi uppbyggnaden av en datormanikin. Längst till vänster i figuren syns den geometriska modellen av kroppens leder. Påbyggnaden sker därefter med ett omfång av muskulatur och kroppsvolym (manikinen i mitten). Slutligen läggs ljussättning med mera på för att figuren skall mer realistisk ut (manikinen till höger). Det som skiljer olika manikinprogramvaror åt är manikinernas uppbyggnad (antal segment och leder), inställningsmöjligheter av kroppspositioner och egenskaper hos manikinerna (hur man hanterar manikinen och egenskaper såsom balanskontroll etc.), samt inbyggda analysfunktioner (exempelvis RULA, OWAS, NIOSH lyftekvation). Tabell 1 beskriver kortfattat tre olika manikintyper.

- Tabell 1. Tre olika typer av manikiner

Tillämpningsområde	Layout och produktionsplanering	Förarmiljö för bil och övriga fordon	Arbetsplatsutformning och produktutveckling
Krav och finesser	Manikinen behöver ej vara detaljerad. Möjligt att göra animeringar och att simulera enklare rörelser, såsom gång.	Höga krav på manikinen med avseende på kroppsått och exakta rörelser.	Kraven kommer från de två övriga tillämpningsområdena, dvs. en exakt manikin med goda möjligheter till animeringar och simuleringar.
Exempel			
	Envision/Ergo	Ramsis	Jack

Efter Sundin 2001

Manikiner har utvecklats från kantiga robotliknande figurer med få leder och detaljer, till att vara detaljerade modeller med en uppbyggnad som närmar sig förebilden människan. Denna utveckling har möjliggjorts genom utvecklingen av snabbare och framförallt billigare datorer. Det som för bara några år sedan krävde dyra arbetsstationer kan i dag göras med relativt billiga persondatorer.

Metod

Undersökningen omfattade intervjuer med produktionschefer och i vissa fall produktionsberedare, produktionstekniker och/eller ergonomer. Intervjuerna genomfördes vid en produktionsanläggning och kombinerades med ett besök i produktionen. Totalt intervjuades elva företag i tillverkningsindustrin.

Företagsurval

I valet av medverkande företag var ett krav att det vid företaget skulle finnas en manuell montering av produkter och att monteringsinnehållet var så stort att arbetet fördelats mellan olika montörer. Företagen valdes för att få en spridning mellan olika branscher. Andra kriterier för val av företag var att få en spridning på storlek på företag, produktionsvolym, cykeltider etcetera (se Tabell 2). Ett annat kriterium var att få en spridning från företag med en traditionell/konservativ IT-användning till företag som kännetecknas av en innovativ/progressiv IT-användning.

De elva medverkande företagen representerar olika branscher inom tillverkningsindustrin och tillverkar produkter såsom fordon, komponenter till fordon, kontorsmöbler, maskiner/utrustning till produktionssystem, materialhanteringsutrustning, pumpar, spelprodukter, trädgårdsprodukter, vitvaror och värmesystem. Två av de elva företagen var privatägda (familjeföretag), medan övriga företag ingick i en större, oftast internationell koncern. Då syftet med studien var att få en så bred bild av utvecklingsarbetet som möjligt, var denna spridda representation av företagstyper och produkttyper av stor vikt.

En förutsättning för undersökningen var att insamlad information från de medverkande företagen behandlades konfidentiellt, eftersom informationen behandlar företagens strategier och utveckling av produkter och produktionssystem. Resultaten har därför sammanställts så det inte skall gå att spåra resultat till ett enskilt företag.

- Tabell 2. Karakteristika för de medverkande företagen. Data gäller de fokuserade produktionsanläggningarna (ej hela koncerner).

Produktionsvolym/år	Antal produkter	Antal anställda (avrundat till närmaste hundratal)	Monteringtid per produkt	Cykeltid
40 – 500 000	2 – 40	100 – 4000	0,3 – 700 h	30 sek – 350 h

Då de flesta företag i praktiken fungerade som självständiga bolag, oavsett eventuell koncerntillhörighet, har vi utgått från den besökta produktionsanläggningen och använt oss av data från denna anläggning.

Intervjubeskrivning

Under intervjuerna användes ett formulär med frågor om:

- Företaget generellt och vilka utvecklingsprojekt som pågick inom företaget
- Strategiska frågor: syften för utvecklingsprojekt, kostnader för projekt samt uppfattningar om framtida produktionssystem
- Hur utvecklingsprojekt genomförs
- Vilka metoder (arbetssätt och verktyg) som används i utvecklingsprojekt
- Hur färdiga produktionssystem och själva utvecklingsprocessen utvärderas.

Intervjuerna behandlade därmed den situation som respektive företag befann sig i vid intervjutillfället, hur produktionssystem normalt utvecklas vid företagen, vilken typ av indata och vilka aspekter som beaktas vid utvecklingsprojekt samt erfarenheter av utvecklings-/förändringsarbete.

Flera frågor fokuserade på användningen av verktyg och speciellt användningen av datorbaserade verktyg, såsom CAD och simuleringsprogramvaror. Här var det särskilt erfarenheter av dessa datorbaserade verktyg och uppfattningar om dess relevans i utvecklingsprojekt som var intressant.

Frågor ställdes också om erfarenheter av problem vid utveckling av nya produktionssystem, såsom att tänkta produktionssystem inte har fungerat som avsett, och möjliga orsaker till sådana problem. Några intervjufrågor handlade om vilka begränsningar eller förutsättningar som beaktas vid utformningen av nya produktionssystem.

Intervjuerna behandlade också olika typer av beslut som fattas i utvecklingsarbetet, vilka roller olika aktörer har i utvecklingsprocessen och under vilka faser som simuleringar/visualiseringar kan användas.

Med dessa frågor fick vi en inblick i hur utvecklings-/förändringsarbete genomförs vid de medverkande företagen samt en möjlighet att jämföra företagen.

Resultat

I kapitlet redovisas först övergripande resultat och en indelning av de medverkande företagen i två grupper, beroende på de metoder som användes vid utvecklingen av produktionssystem. Därefter redovisas resultat från intervjuerna, både generellt och för respektive företagsgrupp. I kapitlet ges exempel från de deltagande företagen, som illustrerar enskilda resultat.

Övergripande resultat

Företagsexempel 1

Koncerttillhörighet utan fördel vid utveckling av produktionssystem

Inom koncernen fanns en central enhet som hjälpte koncernens kunder att utforma sina produktionssystem. Något motsvarande stöd till koncernens interna produktionsanläggningar fanns inte.

Bland de medverkande företagen ingick en majoritet i större, internationella koncerner. I vissa företag förekom inom koncernens företag ett utbyte av kunskap och erfarenheter om utveckling av produktionssystem. I andra företag kunde man uppleva koncerttillhörigheten, men vid utveckling av produktionssystem förekom inget samarbete eller informationsutbyte mellan övriga bolag inom koncernen. De anställda utvecklade istället produktionen med de resurser som fanns inom den egna produktionsanläggningen. Även om vissa företag, ingår i en stor internationell koncern och därmed skulle kunna betraktas som ett stort företag, fungerade de i praktiken som ett mindre och självständigt företag.

Mätetalet antal produkter och/eller varianter är ett mått på den variation som hanteras inom ett produktionssystem. Detta mätetal är dock svårt att tolka, eftersom produkt och produktfamilj definieras väldigt olika på olika företag. Inom vissa företag förekommer grupperingar av produkter i produktfamiljer, produktlinjer etc. med underliggande modeller, vilket medför att det som kallas för en produkt i ett företag kan motsvara ett antal produkter i ett annat företag som inte använder sig av motsvarande gruppering. Dessutom förekommer varianter på produkter som hanteras på samma sätt i produktionen, till exempel färger på textilier, plastdetaljer etc. – för montören är skillnaden mellan dessa varianter endast artikelnumret. Uppgifter om antal produkter/varianter är i denna rapport därför snarast *en indikation på en variation* som finns i respektive produktionssystem och inte ett absolut mätetal att användas för att jämföra företag.

En indelning i två företagsgrupper

Resultatet från undersökning gör det möjligt att dela in de medverkande företagen i två grupper utifrån de metoder som används vid utveckling av produktionssystem. I Tabell 3 ges information om antalet produkter/varianter som tillverkas inom respektive företag. Inom grupperna förekom stora skillnader i sätet att utveckla nya produktionssystem.

Det som skiljer dessa företagsgrupper åt är användningen av simuleringsverktyg och andra IT-verktyg för att visualisera och virtuellt utvärdera kommande produktionssystem. I den *första gruppen* ingår alltifrån små, familjeägda företag till stora internationella koncerner. Produktionsvolymerna varierar från relativt få produkter per år till mer än hundra tusen produkter per år. I den *andra gruppen* finns företag som är en del av en större, internationell koncern och ett familjeägt företag. För dessa företag var produktionsvolymerna relativt stora.

Det finns inget tydligt mönster mellan de två grupperna som kan hänföras till produkt (typ av produkt, antal produkter/varianter) eller produktionssystem (typ av produktionssystem, produktionsvolym, total monterings- och cykeltid). Vi kan alltså i denna studie konstatera att utvecklingsmetod för produktionssystem inte verkar vara kopplat till typ av produkt eller system. Vad är det då som bestämmer hur ett produktionssystem utvecklas?

- Tabell 3. Indelning av de medverkande företagen i två grupper och företagens karakteristika. Data gäller de besökta produktionsanläggningarna (ej hela koncerner). Vissa siffror saknas då dessa uppgifter ej var tillgängliga från företagen.

Grupp	Produktionsvolym/år	Antal anställda	Antal produkter (ant. varianter)	Monterings- och cykeltid/produkt	Cykeltid
1	/	200	40	12-40 h	6-12 h
1	550	100	3	80-700h	40 –350 h
1	4 500	400	3	18h	- 2,5 h
1	115 000	4000	/	/	2,5 min
1	/	400	4 (> 1 000)	20 min – 2 h	2 min – 1 h
1	1 000	100	3 (> 1 000)	Ca 200 h	Ca 10–60 h
1	4 800	400	11 (> 1 000)	Ca 30 h	min - 1,5 h
2	25 000	1200	3	1-40 h	20 min – 13 h
2	500 000	1000	35 (350)	/	30 sek – några minuter
2	Ca 900 ton	100	/	/	/
2	300 000	900	> 1 000	/	20 sek

Då de flesta företagen ingick i större koncerner redovisades inte siffror per produktionsanläggning offentligt. Omsättningen för enskilda produktionsanläggningar var därför inte ett måttal att använda i denna studie. Man kan dock använda antal anställda och produktionsvolym som en indikator på omsättning.

Grupp 1 – ”traditionell” utveckling av produktionssystem

I den första gruppen ingår sju företag. Inget av företagen använde kontinuerligt eller systematiskt verktyg för simulering av produktionslayouter, materialflöden eller för andra syften. Inom denna grupp företag förekom både företag som hade intresserat sig för och testat simuleringsverktyg och företag som inte hade gjort det. Ett företag hade flera programvaror för simulering, men dessa användes så gott som enbart för produktutveckling. Ett företag hade anlitat en extern konsult för en flödessimulering som gav ett resultat som inte kunde användas. Generellt uppfattades simuleringsverktyg som för komplexa, dyra och tidskrävande - verktyg som man i dagsläget inte ville använda eller investera i.

Grupp 2 – utveckling med hjälp av simuleringsverktyg

Företagsexempel 2

Lönsam investering i flödessimulering

Företaget investerade i programvara och utbildning i flödessimulering. En simulering gjordes av ett nytt, tänkt produktionssystem. Simuleringen visade att det nya systemet kunde ge tillräcklig kapacitet med en mindre investering i utrustning än vad som var tänkt från början. Den kostnad som investeringen i programvara och utbildning i simuleringsverktyget innebar tjänades in genom det minskade investeringsbehovet.

I den andra gruppen ingår fyra företag. Dessa företag hade investerat både tid och ekonomiska medel på simuleringsverktyg för att virtuellt visualisera och utvärdera kommande produktionssystem. Företagens syn på simulering var att detta var användbart för dem och något som de skulle fortsätta att använda sig av.

Företagsexempel 3

Beställning av ergonomisimulering

Produktionschefen kom i kontakt med ett konsultföretag vid en mäs-sa och tog hjälp av dem för en ergonomisimulering av ett nytt produktionsavsnitt. Kontakten med konsultföretaget togs av nyfikenhet. För denna ergonomisimulering fanns ett stort tryck från företagsledningen att kunna balansera och skapa arbetsplatser som montörer fysiskt skulle kunna klara av att arbeta vid. Personer från företagshälsovården har tagit del av resultaten av ergonomisimuleringen. En sjukgymnast kommer att närmare studera arbetsställningar vid de manuella stationerna.

Produktionschefen tycker att de har haft nytta av simuleringen - såsom analyser av räckvidder - men menar att det kostar för mycket för att man skall kunna göra sådana simuleringar vid varje förändring av en arbetsplats. Han upplever att det är svårt att diskutera en arbetsplats utformning utifrån ett papper. Inom företaget har man inte tittat på andra manikinprogramvaror.

Samtliga företag i denna grupp hade kommit i kontakt med datormanikiner. Två företag hade testat och utvärderat möjligheter med manikinprogramvara.

Intresse för ergonomisimulering med manikiner fanns, men samtliga företag upplevde nackdelar med manikiner, såsom svårigheten att använda dessa med andra programvaror, kostnaden för ergonomisimulering eller att de var för krångliga att använda.

Varför förändras produktionssystem?

Vid samtliga företag pågick förändringsarbete – företagen befann sig endera i situationen att nyligen ha tagit ett nytt produktionssystem i drift eller befann sig i processen att utforma ett nytt produktionssystem.

Från några av företagen fick vi uppgifter om de kostnader utvecklingsprojekten innebar, där flera utvecklingsprojekt handlade om i storleksordningen 25 – 60 miljoner kronor. Ett företag i grupp 2 hade investerat 1,5 miljoner kronor bara i utbildning och programvaror för simulering.

Bland de intervjuade företagen återfanns flera olika mål för förändringsarbetet. För ett företag var målet för förändringen att öka kapaciteten/volymen – i övriga företag förekom en kombination av olika mål för förändringsarbetet. Förbättrad ekonomi (åtta företag) och höjd kapacitet/volym (sex företag) var de mål som nämndes oftast som skäl till förändring. För flera företag fanns mer än ett syfte med förändringsarbetet. I dessa fall rangordnades inte anledningarna. Bland dessa övriga mål nämndes förbättringar av kvalitet (fyra företag), arbetsmiljö/ergonomi (fem företag) och ledtider/genomloppstider (tre företag) var andra mål som förekom i flera företag. Vissa mål, som ökad flexibilitet, produktionsanpassning, helhet/överblick och minskade upplärningstider var mål som enstaka företag framförde för förändringsarbetet.

Vid jämförelse mellan de två grupperna av företag finns en tendens till att företagen i grupp 2 förändrar av kapacitets-, arbetsmiljö- och ekonomiska skäl. Ett företag förändrade för att förbättra produktionsflödet (ledtid/genomloppstid). Övriga mål påtalades bara av företagen i grupp 1.

- Tabell 4. Nämnade mål för förändringar av produktionssystem (ej rangordnade)

Mål	Grupp 1 (n=7)	Grupp 2 (n=4)
Ekonomi/produktivitet	6	2
Kapacitet/volym	2	4
Arbetsmiljö/Ergonomi	3	2
Kvalitet	4	
Ledtid/genomloppstid	2	1
Flexibilitet	1	
Helhetssyn/överblick	1	
Minskade upplärningstider	1	
Produktionsanpassning	1	

Hur ser företagen på framtidens produktion?

Den bild som fanns om framtida produktion varierade mellan de intervjuade produktionscheferna (se Tabell 5). Framtidsbilderna omfattade områden som produktsortiment, relationer till underleverantörer, förhållanden mellan produktutveckling och produktion, förhållanden i produktionen, monteringsarbete och relationer till mellanled/kunder.

I vissa fall påtalades liknande framtidsbilder vid flera företag. Tre produktionschefer trodde på en ökad överflyttning av produktutveckling och/eller produktion till underleverantörer. Fyra produktionschefer såg framför sig en förändrad relation mellan produktutveckling och produktion, med en ökad grad av parallellisering och/eller högre krav på produktionsanpassning av produkter. Två produktionschefer trodde att de skulle öka automatiseringsgraden medan fem produktionschefer inte trodde att någon förändring av automatiseringsnivån skulle ske.

Inga direkta skillnader förekom mellan de två grupperna företag.

- Tabell 5. Intervjuade produktionschefers syn på framtida produktion indelad i områden (information saknas från ett företag).

Område:	Framtida förändringar::	Antal företag:
Produktsortiment	Färre varianter	1
Relationer mellan PU och produktion	Större parallellisering av PU och produktionsutveckling	2
	Högre produktionskrav på PU	2
	Höjd kompetensnivå hos PU och produktionsutveckling	1
Produktionsutveckling	Ökad grad av samarbete/enhetlighet inom koncernen	1
	Ökad användning av metodverkstad/prototyparbetsplatser	1
Förhållanden i produktion generellt	Större fokus på kärntekniker och montering av basvarianter	1
	Rakare flöden	1
	Fördubblad omsättning	1
	Minskade ledtider/produktkostnader	1
	Slutmontering förlagd till låglöneländer	1
Monteringsarbete	Ej ökad grad av automatisering	5
	Ökad grad av automatisering	2
	Uppdelning delmontage – slutmontering	1
	Underlätta och förbättra monteringsarbete	1
	Reducerad monteringstid/produkt	1
	Ej förändring av monteringsarbete	1
Relationer till underleverantörer	Ökad utveckling av delkomponenter med underleverantörer	1
	Ökad användning av externa standardkomponenter från underleverantörer	1
	Färre underleverantörer som levererar större delsystem	1
Relationer till mellanled/kunder	Ökad kundanpassning hos mellanled/kunder	1

Information man utgår från vid utformning av nya produktionssystem

Några intervjufrågor handlade om vilka begränsningar eller förutsättningar som beaktas vid utformningen av nya produktionssystem. För sex av företagen var en varierande produktion/beläggning eller säsongsvariation en begränsning som man behövde ta hänsyn till vid utformning av nya produktionssystem – att sy-

stemmen skulle kunna klara av en varierande produktionsvolym (volymflexibilitet).

Andra begränsningar som nämndes var tekniska krav/förutsättningar som: önskad produktionskapacitet, krav på omställningstider för utrustning/delsystem, storlek på utrustning, produktionsytans storlek, befintliga system för materialhantering samt underleverantörer (t.ex. volymflexibilitet).

Vissa företag nämnde krav/förutsättningar som mer var inriktade på personalen, såsom personalens önskemål om arbetsinnehåll och personlig verktygsutrustning, arbetstidsystem upplärningstider för säsongsanställd personal och möjligheter att rekrytera personal.

Flera av de medverkande företagen använde sig av kvalitetssystem som ISO 9001 och ISO 14000/14001. Andra internationella och nationella standards användes också vid vissa företag, såsom maskindirektiv för CE-märkning, nationella standards (SMS-, DIN-standards) och Arbetsmiljöverkets riktlinjer. Internkontroll nämndes av några företag som ett verktyg i utvecklingsprocessen. Länsstyrelser, koncessionsnämnder för miljöskydd och Yrkesinspektionen medverkade i vissa företag vid utformning av nya system.

Dessutom förekom i vissa fall interna regelverk för kvalitet, interna företagsstandards (tekniska krav) och interna arbetsmiljöpolicies. Förutom detta nämndes samverkan och utbyte mellan interna produktionsanläggningar, besök vid mässor, besök vid referensanläggningar samt medverkan från skyddsombud och underleverantörer.

Av företagen i *grupp 1* hade ett företag använt sig av flödessimulering inför ett nytt produktionssystem, men resultatet hade inte fungerat i praktiken. I denna grupp förekom företag som tillämpade gemensamma standarder för utformning av produktionssystem. Andra företag hade inte strukturerade system, utan utgick helt från erfarenheter från den befintliga produktionen. Inom en koncern förekom en central enhet som hjälpte koncernens kunder att utforma sina produktionssystem. Något motsvarande stöd till företagens interna produktionsanläggningar förekom inte.

Samtliga företag i *grupp 2* använde sig av någon form av simulering som beslutsunderlag vid utformningen av nya produktionssystem. Dessutom förekom andra metoder och mekanismer, såsom geografisk samlokalisering av produktutvecklare och produktionsberedare/-tekniker, företagsgemensamma standarder / modeller för produktionsflöden, användning av förenklade provarbetsplatser där tänkt arbetsutformning kunde utvärderas mm.

Hur går utvecklingsprocessen till?

Vid samtliga företag strävar man efter att beakta produktionsaspekter i utvecklingen av nya produkter, dvs. att ha en parallell utveckling av produkter och produktionssystem. Olika mekanismer används, såsom geografisk samlokalisering av produktutveckling och produktion, och projektgrupperingar där produktionstekniker, produktionsberedare konstruktörer och i vissa fall montörer deltar. Tre koncerner (två från grupp 1, en från grupp 2) hade en central avdelning

för produktutveckling geografiskt särskild från de fokuserade produktionsanläggningarna.

Företagsexempel 4 (tillhörande Grupp 1)

Ett parallellt och strukturerat arbetssätt

Inom företaget tar det ca 4 år från idé till produktionsstart. Utvecklingen är indelad i fyra faser: Första fasen är ett layoutstadium. Projektgrupper finns för varje delsystem av produkten, med ansvar för att lösa uppkomna problem till nästkommande utvecklingsfas. I dessa grupper ingår representanter för eftermarknad, inköp, PU, beredning och montering. Under denna fas behöver inte ingående artiklar vara seriemässiga, utan kan vara av t.ex. trä. Man försöker fastställa layouten och diskuterar hur produkten övergripande skall sättas ihop (automatiseringsnivå, behov av utrustning etc.). Alla inblandade ansvarar för att ev. brister (passningsproblem, svårmonterade detaljer, ergonomiska problem etc.) återrapporteras. Beredningens uppgift är att ta fram tidsanalyser för att dimensionera monteringsavsnitt och bemanning.

I den andra fasen utformas ett monteringsflöde för den nya produkten i en provfabrik. För varje monteringsstation fastställer man hur materialfasader skall se ut, vilket behov som finns av utrustning. Man gör också en grov balansering av monteringsstationernas arbetsinnehåll och kontrollerar att varje arbetsmoment kan utföras inom givna tidsramar. Ett bestämt antal exemplar av produkten monteras av erfarna montörer. I denna fas tas även monteringsinstruktioner fram. Information om upptäckta problem och avvikelser återförs till beredare och konstruktörer.

I de tredje och fjärde faserna sker inga ändringar av konstruktionsunderlag. I dessa faser genomför man olika produktionstester i det riktiga produktionssystemet och tar fram standardiserade arbetssätt för varje arbetsplats.

I vissa företag var utvecklingsprocessen strukturerad och uppdelad i flera faser med tydliga uppgifter och ansvarsfördelningar. I andra företag förekom kontakter mellan konstruktörer, produktionstekniker och montörer, utan att kontakterna följer någon uttalad process. Att det inte fanns en uttalad process förklarade flera produktionschefer med att det fanns en tradition för hur man jobbade i utvecklingsprojekt, att man hade arbetat på ett liknande sätt i tidigare projekt.

Vad beror det på att vissa företag inte har utvecklat en struktur för utvecklingsprocesser? Kan det finnas en risk med ett arbetssätt som förlitar sig på enskilda anställdas erfarenheter? Flera produktionschefer påtalade möjligheter att förbättra sina utvecklingsprocesser.

Företagsexempel 5 (tillhörande Grupp 1)

Bristar i planeringen inför nya produkter

Inom koncernen har offertförfarande till kunder tidigare tagit för lång tid. Detta har resulterat i att en beställning har inkommit till företaget då det inte längre har funnits tid till planering/utformning innan produktion av den nya produkten skall ske. Några bättre exempel på utvecklingsprojekt finns, där det har funnits en framförhållning från fö-

retagets sida och en produktionsplanering har genomförts innan produkten har börjat säljas.

Produkter utvecklas av en central avdelning för PU. I PU-processen tar man för sent hänsyn till monteringsvänlighet och underhållsaspekter, varför man ibland inte klarar av att sätta samman konstruktionslösningar. Användningen av ProEngineer har förbättrat detta för den senaste produkten, vilket även den geografiska närheten mellan företagets egna utvecklare och produktion har gjort.

Behovet av produktionsplanering har ökat genom att produktfloran har blivit större, produkterna har blivit större och ingående detaljer har blivit tyngre. Ergonomiska aspekter har hittills inte beaktats i utvecklingsprocessen. Produktionschefen menar att en bättre produktionsplanering skulle löna sig.

Används konsulter i förändringsarbetet?

Användningen av konsulter i utvecklingsprojekt varierade mellan företagen. Några företag använde sig i större omfattning av externa konsulter, både för att klara löpande produktion och för att planera och genomföra utvecklingsprojekt, däribland simuleringsuppdrag. Ett företag deltog i ett forskningsprojekt om simuleringsverktyg.

Andra företag använde sig sällan av konsulter, utan genomförde utvecklingsprojekt med de kompetenser som finns inom företaget. I de fall konsulter användes av dessa företag var det för specifika frågor som:

- lokalutförning (t.ex. arkitekter)
- layout och utrustning (t.ex. underleverantörer)
- CAD och simulering
- arbetsmiljöaspekter (t.ex. skyddsingenjörer, Yrkesinspektionen och IVF)
- rithjälp
- tidsanalyser.

Fyra företag hade tagit hjälp av koncerngemensamma avdelningar/konsulter vid produktionsförändringar, t.ex. för simulering och användning av Pro/Engineer.

Användningen av konsulter eller tillgången till konsulter (interna/externa) skiljde sig inte mellan de två grupperna av företag.

Vilka metoder används i utvecklingsprocessen?

Samtliga elva företag som deltog i undersökningen använde programvaror som exempelvis 2D- och 3D-CAD (t.ex. AutoCad, Mechanical Desktop och Pro/Engineer) vid produktutveckling och beredning (se Tabell 6). Vad gäller användningen av andra metoder skiljde sig de två grupperna av företag åt.

- Tabell 6. Använda metoder vid produkt- och produktionsutveckling

Metoder	Antal företag i grupp 1 (n=7)	Antal företag i grupp 2 (n=4)
Datorbaserade verktyg i produktutveckling (t.ex. CAD)	7	4
Metoder för tidsunderlag (t.ex. metod-tid-mätningssystem, frekvensanalyser och klockstudier)	4	4
Prototypbyggnation för att utvärdera produktionsprocessen	2	1
Simuleringsverktyg för fabrikslayouter, materialflöden, off-lineprogrammering av robotar etc.	(2 har testat)	4
Simuleringsverktyg för ergonomisimulering	(1 som testat)	1 (+ 1 som testat)

I grupp 1 var det fyra företag som använde någon form av tidsstudier (klockstudier eller något metod-tid-mätningssystem (MTM) som exempelvis SAM) för analys av produktionstider. Två av företagen använde sig av prototypbyggnation för att utvärdera produktionsaspekter. Ett företag använde ett företagsutvecklat system för bedömning av fysisk arbetsbelastning och andra ergonomiska aspekter. Förslag till utformning av nya produktionssystem baserades i huvudsak på tidigare erfarenhet hos medlemmar i projektgrupper. Två företag hade testat programvaror för simulering av flöden eller layouter, men använde sig inte i dagsläget av sådana verktyg. Flera av företagen i grupp 1 såg ett behov av att använda simuleringsverktyg. Ett av företagen använde verktyg för ergonomisimulering i produktutvecklingen, men inte för produktionsaspekter.

I grupp 2 använde samtliga fyra företag verktyg för tidsättning av produktionen (som klockstudier, MTM-system som exempelvis SAM). Ett företag använde sig av prototypbyggnation för att utvärdera produktionsaspekter. Samtliga fyra företag använde sig av verktyg för flödessimulering, simulering av materialhantering, tidsåtgång samt off-lineprogrammering av robotar. De programvaror som användes var t.ex. QUEST och iGRIP. Ett av företagen hade anlitat ett konsultföretag för ergonomisimulering. Ett annat företag hade testat en programvara för ergonomisimulering för produktutveckling, men hade valt att inte använda den.

Hur utvärderas produktionssystem och utvecklingsprocesser?

I de medverkande företagen förekom flera former för återföring av problem och brister i existerande produktionssystem: förslagsverksamhet, användande av förbättringsgrupper, internkontroller samt feedback från produktionsledare. Bland de medverkande företagen förekom i fem av företagen en förslagsverksamhet där anställda uppmuntrades att inlämna förslag till förbättringar. An-

vändande av förbättringsgrupper förekom i två företag. Ett företag lyfte fram internkontroller som en form för felåterföring.

Två av produktionscheferna upplevde att förslagsverksamheten fungerade väl och att inlämnade förslag både premierades och genomfördes i stor utsträckning. Tre produktionschefer upplevde dock att förslagsverksamheten inte fungerade väl.

Vid ett företag menade produktionschefen att det inte fanns tid, system och processer för återföring av problem och brister och att man hade förstört tidigare förslagsverksamhet genom att inte ge feedback.

De fanns ingen tydlig skillnad mellan de två grupperna av företag. Information om problem och brister saknas dock från tre företag.

Hur utvärderas nya produktionssystem?

Företagsexempel 6 (tillhörande Grupp 1)

Behov av bättre uppföljningar av nya produktionssystem

Uppföljningar av nya produktionssystem sker inte systematiskt i företaget, men diskuteras inom ledningsgruppen. Det monteringsupplägg som nyligen har förändrats vill man nu följa upp gentemot de uppsatta målen – fick man t.ex. kortare upplärningstider, uppstod obalanser etc. Denna utvärdering kommer att göras skriftligt, vilket man inte har gjort historiskt. Produktionschefen menar att det finns brister i hur man har dokumenterat tidigare erfarenheter etc. Historiskt har kunskandet funnits hos de personer som har deltagit i utvecklingsprojekt, vilket har fungerat genom att de anställda traditionellt har stannat inom företaget. Till viss del fungerar detta genom att företaget ligger i en liten ort.

I endast ett av de medverkande företagen fanns en standardprocess där en projektrapport skall skrivas då ett utvecklingsprojekt avslutas. I projektrapporten görs en uppföljning av budget och tidsplan. Utvecklingsprocessen i sig beskrivs ej så ofta. I praktiken skrivs dock dessa rapporter om ansvarig projektledare och projektgruppen *efterfrågar* detta. I de övriga företagen förekommer inte någon särskild process utan uppföljningar gjordes genom:

- Uppföljningar av gjorda investeringar, t.ex. investering av specifika utrustningar
- Resultaträkningar
- Diskussioner inom ledningsgruppen
- Produktivitetuppföljningar
- Kunder (rätt leverans, rätt funktion, leverans i tid etc.).

En produktionschef påtalade svårigheten att mäta - att tid, kunskap och verktyg saknas - men såg ett behov av utvärdering och mätbara mål.

Varför fungerar inte produktionssystem som avsett?

Orsaker som nämndes till att produktionssystem inte fungerar som avsett var att:

- inkörningsproblem med ny teknik, ny organisation, nya produktionsprinciper
- bristande kopplingar mellan produktsbeläggning och lönesystem
- att detaljer tar längre tid att montera än planerat
- att ordersekvenser inte blir som planerat och som leder till tidsbrist i produktion
- bristande planering
- bristande samarbete och kommunikationsmissar mellan olika områden
- materialtillförsel från underleverantörer
- för stort arbetsinnehåll för produktionsledare (både produktions- och förbättringsledare)
- enskilda individer inte tar sitt ansvar för produktionen

Produktionchefen vid ett av företagen som använde sig av simuleringsverktyg menade att de med hjälp av simulering kan utvärdera fler aspekter (t.ex. flaskhalsar, kapacitet, åtkomlighet), men att man inte upptäcker allt - att simuleringsverktyg inte är ett hjälpmedel som löser alla problem.

Hur utvärderas utvecklingsprocessen för att ta fram nya produktionssystem?

Företagsexempel 7 (tillhörande Grupp 1)

Bristande överföring av erfarenheter mellan projektgrupper

Den platta organisation som finns inom företaget leder till att erfarenheter från tidigare produktionssystem inte alltid finns i den grupp som för tillfället utvecklar ett nytt system. Produktionschefen tycker att det saknas en dialog mellan olika grupper vad gäller erfarenheter av brister och påtalade behovet av en central koncerngemensam resurs för produktionsplanering.

Någon regelrätt utvärdering av utvecklingsprocesser förekom inte vid något av de medverkande företagen. De sätt som erfarenheter överfördes till kommande projekt var genom involverade personer. I vissa fall förekom inte någon överföring av erfarenhet mellan olika projektgrupper.

Diskussion och slutsatser

Denna rapport sammanfattar resultat av en intervjuundersökning där 11 företag i verkstadsindustrin deltog. Bland de medverkande företagen ingick en majoritet i större, internationella koncerner. I vissa företag förekom inom koncernens företag ett utbyte av kunskap och erfarenheter om utveckling av produktionssystem. I andra företag upplevdes inte koncerntillhörigheten som en resurs i utvecklingsarbetet, istället utvecklade de anställda produktionssystemet med de resurser som fanns inom den egna anläggningen.

Resultaten indikerar att det inte automatiskt är en fördel att tillhöra en större koncern, att en koncerntillhörighet inte innebär att stöd i form av verktyg och kompetens tillhandahålls vid utveckling av nya produktionssystem.

En industri i förändring?

Samtliga medverkande företag befann sig i situationen att de höll på med en större förändring av ett produktionssystem eller nyligen hade tagit ett nytt produktionssystem i drift. De mål som angavs för dessa förändringar var i första hand förbättrad ekonomi, höjd kapacitet/volym, förbättrad kvalitet, förbättrad arbetsmiljö/ergonomi samt minskade ledtider/genomloppstider. Information om kostnader för dessa förändringar och medföljande investeringar i utrustning etc. gavs av några företag och var i vissa fall uppemot 60 Mkr.

Vid utformning av produktionssystem beaktade de deltagande företagen olika begränsningar eller förutsättningar såsom varierande produktion/beläggning eller säsongsvariation (volymflexibilitet), önskad produktionskapacitet, krav på omställningstider för utrustning/ delsystem, storlek på utrustning, produktionsytors storlek, befintliga system för materialhantering samt underleverantörers förmåga att leverera detaljer. Vissa företag nämnde krav/förutsättningar som mer var inriktade på personalen, såsom personalens önskemål om arbetsinnehåll och personlig verktygsutrustning, arbetstidsystem upplärningstider för säsongsanställd personal och möjligheter att rekrytera personal.

Den framtidsbild som de medverkande produktionscheferna hade innebar främst förändrade relationer inom företaget generellt, mellan produktutveckling och produktion eller mellan företaget och dess underleverantörer. Framtidsbilderna innebar inga större förändringar av själva monteringsarbetet. Fem av de medverkande produktionscheferna trodde t.ex. inte att monteringsarbetet skulle automatiseras medan två produktionschefer såg framför sig en ökad grad av automatisering.

Hur utvecklas produktionssystem idag?

Resultat från delprojektet visar på skillnader i företags sätt att utveckla nya produktionssystem. Dessa skillnader har vi åskådliggjort genom att dela in företagen i två grupper:

- en grupp företag (Grupp 1) som använder sig av ett ”traditionellt” sätt att använda metoder vid utveckling av produktionssystem
- en grupp företag (Grupp 2) som använder sig av simuleringsverktyg i utvecklingsprocessen.

Gränsdragningen mellan dessa grupper är inte enkel att göra, då vissa företag har visat intresse och provat simuleringsverktyg men inte börjat använda sådana hjälpmedel kontinuerligt för produktionsutveckling. Indelningen gör det dock möjligt att visa på olika arbetssätt och grader av tilltro till simuleringsverktyg. Resultaten visar dock en ”ögonblicksbild” av användningen – i flera av de företag som vi har haft kontakter med har användningen ökat sedan intervjuerna gjordes.

Bristande struktur för utvecklingsprocessen?

I vissa företag fanns en strukturerad utvecklingsprocess, en process som var uppdelad i flera faser med tydliga uppgifter och ansvarsfördelningar. I andra företag fanns ingen uttalad process, utan snarare en arbetssätt som baserades på tradition, improvisation och enskilda personers erfarenheter. Vad beror det på att vissa företag inte har utvecklat en struktur för utvecklingsprocesser?

I tidevarv av hög personalomsättning och höga ohälsotal borde det vara extra viktigt med en struktur för utvecklingsprocesser. Om arbetssättet till stor del baseras på tradition och enskilda personers erfarenheter, hur kan man då säkra kvaliteten i processen när tradition och erfarenhet urholkas av den rörliga och otillgängliga arbetskraften?

Brister i utvärdering av nya produktionssystem

Inom endast ett av de medverkande företagen förekom ett strukturerat arbetssätt att utvärdera nya produktionssystem. Inget av de medverkande företagen hade ett strukturerat arbetssätt att utvärdera själva utvecklingsprocessen.

Varför lägger företag inte mer tid och resurser på att utvärdera och lära sig av nya utvecklingsprojekt och produktionssystem? En förklaring som gavs var att det saknas tid, kunskap och verktyg för utvärdering.

Upplevs simuleringsverktyg som användbara?

Bland de medverkande företagen var det fyra företag som använde simuleringsverktyg och ytterligare två företag som hade testat något simuleringsverktyg. De företag som använde sig av simuleringsverktyg såg dessa som användbara för dem och något som de skulle fortsätta att använda sig av. Resultaten visar också att användningen av datorbaserade verktyg i de medverkande före-

tagen är mer utbredd i utvecklingen av produkter än i utvecklingen av produktionssystem.

Av företagen i gruppen som använde sig av simuleringsverktyg, hade samtliga fyra kommit i kontakt med datormanikiner. Två företag i denna grupp, samt ytterligare ett företag i den andra gruppen, hade testat och utvärderat möjligheter med manikinprogramvara. Intresse för ergonomisimulering med manikiner fanns, men samtliga företag upplevde nackdelar med manikiner, såsom svårigheten att använda dessa med andra programvaror, kostnaden för ergonomisimulering eller att de var för krångliga att använda (se även Sundin och Sjöberg, 2002²). Det finns dock skäl att tro att resultaten illustrerar en begynnande och allt större användning av datorbaserade verktyg för visualisering, analys och simulering av produktionsaspekter.

De företag som hade använt sig av simuleringsverktyg, och specifikt datormanikiner, var i denna undersökning framförallt större företag. Är det så att datormanikiner endast är användbara för större företag? Manikinprogramvaror är i dagsläget dyra, relativt svåransända och kräver en kompetens och förtrogenhet av användaren med applikationen (här produktionssystemen), ergonomiområdet och programvaran för att vara användbara. Detta försvårar för mindre företag att själva skaffa sig både kompetensen och programvaran. Dock finns det starka skäl att tro att även mindre företag skulle ha nytta av manikinprogramvaror i sin utveckling av produktionssystem, men att användningen behöver ske genom företagsnätverk och/eller konsultföretag för att vara ekonomiskt försvarbar.

² Erfarenheter av ergonomisimulering med datormanikiner från åtta användarföretag beskrivs i "*Hur används datormanikiner i Sverige?*", en rapport från del B i Manikinprojektet.

Slutsatser

Resultaten av denna undersökning visar att:

- Samtliga deltagande företag befann sig i en förändringsprocess, höll på med en större förändring av ett produktionssystem, eller hade nyligen tagit ett nytt produktionssystem i drift.
- Det finns en spridning mellan de medverkande företagen vad gäller mål och behov av förändring, arbetssätt och användningen av metoder i utvecklingen av produktionssystem.
- Vissa företag har använt sig av simuleringsverktyg i utvecklingsprocessen och är övertygade om dessa verktygs användbarhet. Andra företag är mer skeptiska och återhållsamma vad gäller simuleringsverktygs användbarhet för produktionsutveckling och använder sig av ett mer ”traditionellt” arbetssätt.
- Det finns brister i sättet att utveckla produktionssystem:
 - Få företag har en uttalad struktur för utvecklingsprocesser
 - Det saknas rutiner för kompetensutveckling och överföring av erfarenheter
 - Metoder fungerar inte som avsett (t.ex. beställningar av simuleringsuppdrag)
 - Utvärderingar av nya produktionssystem görs sällan
 - Utvärderingar görs ej av utvecklingsprocesserna

Dessa resultat är förvånande med tanke på de stora summor som investeras vid utveckling av nya produktionssystem.

Referenser

Badler, N. et al., (1993). *Simulating Humans. Computer Graphics Animation and Control*. Oxford University Press.

Bellan, Y. et al. (1999). *ANNIE, the application of human motion capture techniques and cognitive models for ergonomics in virtual environments*. In proceedings of the Int. Conf. on Computer-Aided Ergonomics and Safety. Barcelona, Spain, May 19 - 21.

Dukic T., Rönnäng, M., Örtengren, R. and Christmansson, M., 2002, *Virtual evaluation of human factors for assembly line work: A case study in an automotive industry*. 5 pp. SAE Digital Human Modeling for Design and Engineering Conference and Exposition, Munich, Germany, June 18-20, 2002. CP 020618

Rönnäng, M., Christmansson, M., Dukic, T., Örtengren, R., Sjöberg, H., Sundin, A., Wartenberg, C., (2000) *Status of production system development in Swedish manufacturing industry*. In: *16th International Conference on Production Research (ICPR)*, Prague, Czech Republic. CP 000720

Rönnäng, M., Dukic, T., Christmansson, M. and Örtengren, R., 2002, *The ergonomist in a virtual production planning process*. In Proceedings of the 34th Annual Congress of the Nordic Ergonomics Society, pp. 677-682. October 1-3 Kolmården, Sweden. CP 021001

Sundin, A. & Sjöberg, H. (2002). *Hur används datormanikiner i Sverige?'*. Delrapport från delprojekt B i Datormanikinprojektet. ALI Väst/Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling, Chalmers.

Sundin, A. (2001). *Participatory Ergonomics in Product Development and Workplace Design supported by Computerised Visualisation and Human Modelling*. Doctoral thesis. Department of Human Factors Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.

Sundin, A. & Örtengren, R. (1998). *A participatory approach to computer-aided workplace design*. In Maynard's *Industrial Engineering Handbook* (Eds. K.B. Zandin et al.). H.B. Maynard & Co, Pittsburg. BC 980910p

Sundin, A., Christmansson, M., Sjöberg, H. & Örtengren, R. (1999a). *A participatory approach to use a computer mannequin in the development of assembly processes*. In Proceedings of the Int. Conf. on Computer-Aided Ergonomics and Safety. Barcelona, Spain, May 19 - 21. CP 990519

Sundin, A., Christmansson, M., Larsson, M. (1999b). *Participatory ergonomics influencing the processes of product and production design*. In proceedings of the International Conference on Production Research, 9th to 13th August, 1999, University of Limerick, Limerick, Ireland.

Mer läsning

Badler, N. (1993). Computer Graphics Animation and Control. Simulating Humans. Oxford University Press,, New York.

CEN/TC122/WG1 (2001). Ergonomics - Computer manikins and body templates - Part 1: General requirements. .kan inte citera den som draft men bara arbetsgrupp

Chaffin, D.B. (Editor)(2001). Digital human modeling for vehicle and workplace design. SAE, Warrendale, PA.

Eriksson, J. (1998). Planning of environments for people with physical disabilities using computer aided design. Doctoral thesis. Department of Industrial Engineering, Lund Institute of Technology, Lund University, Lund.

Landau, K. (Editor)(2000). Ergonomic Software Tools in Product and Production Design. A review of recent developments in human modeling and other design aids. ERGON, Stuttgart.

Nilsson, A. (2000). Virtual Reality - Forskning i Sverige. Dagsläge och framtida riktlinjer. Kommunikationsforsknings-beredningen, KFB, Stockholm.

Sundin, A. (2001). Participatory Ergonomics in Product Development and Workplace Design supported by Computerised Visualisation and Human Modelling. Doctoral thesis. Department of Human Factors Engineering, Chalmers University of Technology, Göteborg.

Bilaga 1 – Manikinprojektet

Projektets fullständiga titel är: ”Datormanikiner som verktyg vid utveckling och utvärdering av organisation och lokalanvändning”. Syftet med Manikinprojektet är att undersöka och utvärdera möjligheterna att med hjälp av datormanikiner:

- underlätta delaktighet hos olika parter vid utveckling av ett produktionssystem,
- förenkla utvecklingsarbetet i sig och
- erhålla en bra arbetsfördelning med avseende på resurs-mässiga (arbetstid, lokalanvändning, verktygsanvändning) och ergonomiska aspekter.

Projektet är treårigt, startades i januari 2000 och avslutas under 2002. Projektet är indelat i tre delprojekt (A-C).

Studien i del A är den som presenteras i denna rapport, och hade som syfte att utröna hur produktionssystem utvecklas idag, med särskild fokusering på användandet av nya IT-verktyg för visualisering och simulering. Del A är redovisad i denna rapport, men även i Rönnäng, *et al*, 2001.

Del B i manikinprojektet har som syfte att studera hur enskilda användare hanterar datormanikinprogramvarorna. Delprojektet är uppdelat i två avsnitt, där det första är en generell kartläggning av användningsområden och de metoder som används. Det andra delprojektet har som mål att visa hur användare med olika bakgrund tolkar resultatet från en datormanikinsimulering. Delstudierna är ännu inte redovisade.

Del C utgjordes av en fallstudie på Volvo Cars. Forskargruppen följde där arbetet kring produktionsplaneringen för slutmonteringen av Volvo XC90, med särskild fokus på ergonomisimulering och datormanikiner. Resultaten finns redovisade i Dukic, *et al*, 2001 och Rönnäng, *et al*, 2002.

Bilaga 2 – Forskargruppen

Kontakt

Om Ert företag vill veta mer om manikinprojektet eller om simulering kan Ni kontakta oss. Om Du är student och är intresserad av examensarbete går det också bra att kontakta oss för idéer och uppslag.

Projektteam

Projektledare
Marita Christmansson
Docent
Arbetslivsinstitutet Väst
marita.christmansson@niwl.se

Tania Dukic
Psykolog, doktorand
Arbetslivsinstitutet Väst
tania.dukic@niwl.se

Magnus Rönnäng
Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling,
Avdelningen för Människa-Tekniksystem
Chalmers
magr@hfe.chalmers.se

Hans Sjöberg
Civilingenjör
Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling,
Avdelningen för Människa-Tekniksystem
Chalmers
hsj@hfe.chalmers.se

Anders Sundin,
Teknologie doktor
Arbetslivsinstitutet Väst
anders.sundin@niwl.se

Roland Örtengren
Professor
Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling,
Avdelningen för Människa-Tekniksystem
Chalmers
orten@hfe.chalmers.se