

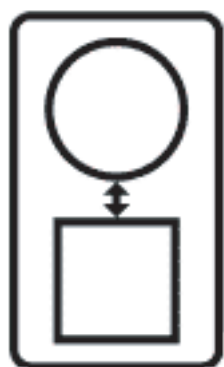
TillIT: Informationsteknologin i tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap

Christer Karlsson och Eva Lovén

IMIT WP: 2001_120

Datum: 2001.04

Antal sidor: 65



IMIT

INSTITUTE FOR
MANAGEMENT OF
INNOVATION AND
TECHNOLOGY

IMIT

**Institute for Management of
Innovation and Technology**

**TillIT: Informationsteknologin i
tillverkningsindustrins tekniska
utvecklingskunskap**

April 2001

Christer Karlsson och Eva Lovén

IMIT-Rapport 2001:120

**TillIT: Informationsteknologin i tillverkningsindustrins
tekniska utvecklingskunskap**
Förstudieprojekt inom innovationssystemstudier

Christer Karlsson¹ och Eva Lovén²

¹ Handelshögskolan i Stockholm, Box 6501, 113 83 Stockholm

² Linköpings Tekniska Högskola, 581 83 LINKÖPING

IMIT – Institute for Management of Innovation and Technology

2001-04-26

Sammanfattning

Denna rapport redogör för ett förstudieprojekt som har ingått i NUTEKs (nuvarande VINNOVAs) program för innovationssystemstudier. Med hjälp av litteratur och intervjuer i tillverkningsindustrin har i projektet gränsområdet mellan innovationssystem, informationsteknologi och tillverkningsindustrins utvecklingskunskap belysts. Rapporten gör inte anspråk på att innehålla en heltäckande litteraturöversikt utan en översikt i form av en förstudie, varje område i sig omfattar en betydande litteratur. Studiens syfte är att generera idéer och hypoteser mer än att finna generaliserbara sanningar.

Totalt har 18 intervjuer utförts med befattningshavare ansvariga för informationssystem/informationsteknologi (IS/IT), forskning & utveckling samt produktion i tillverkningsindustrin. Några av resultaten från empirin har visat att respondenterna hade olika föreställningar om, brist på eller svårt att conceptualisera innovationssystem. Företagens perspektiv var inåtriktade, föreställningarna om innovationssystem handlade mycket om produkter och produktutveckling men inte mycket om andra perspektiv. De intervjuade talade om och såg möjligheter i IT i produkter/processer men vagt om IT i företagets utvecklingskunskap.

Resultaten från litteraturstudierna visar i huvudsak att det finns mycket skrivet om produktmanagement med inriktning till stor del på produktutvecklingsprojekt. Det finns lite litteratur om utvecklande med externa parter (en hel del forskning finns inom supply change management men lite om övrigt). Forskningen med fokus på mesonivå är beskrivande och behandlar föga hur man gör. Det finns brist på överlapp mellan makro-, meso- och mikroforskning.

De industriella nätverkens möjligheter med en dynamisk utveckling och användning av alla potentiella resurser såsom, leverantörer, konsulter, forskningsinstitut, konkurrenser, etc. samt institutionella förutsättningar såsom lagar, förordningar, värdesystem och normer ligger inte nära till hands i den strategiska analysen.

Innehållsförteckning

1	Introduktion	4
2	Metod	5
3	Översikt över litteraturbasen	7
4	Litteratur om informationsteknologi i tillverkningsindustrins produkter och processer	8
4.1	Informationsteknologi i produkter	8
4.2	Informationsteknologi i processer	10
4.3	Mellanorganisatoriska informationssystem	12
5	Litteratur om innovation och innovationssystem	15
5.1	System	15
5.2	Innovation	15
5.3	Innovationssystem	16
6	Litteratur om tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap	20
6.1	Förståelse för teknisk utveckling	20
6.2	Olika slag av utveckling	21
6.3	Utvecklingsfaser	22
6.4	Val av teknisk utveckling och strategi	22
6.5	Resurser och kompetens för teknisk utveckling	23
6.6	Kunskap om utveckling	23
6.7	Integration mjuk- och hårdutveckling	25
6.8	Process- och organisationsutveckling	26
7	Resultat från fältstudier	28
7.1	IT i produkter – funktion	28
7.2	IT i processer – produktframtagning	28
7.3	Hot och möjligheter	29
7.4	Teknisk utveckling och innovationssystem	30
7.5	Visioner	33
8	Analys och syntes	35
8.1	Makronivå	36
8.2	Mesonivå	37
8.3	Mikronivå	39
9	Slutsatser och diskussion	42
9.1	Framtida forskningsfrågor	43
9.2	Andra insatser	45

TillIT: Informationsteknologin i tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap

Förstudieprojekt inom innovationssystemstudier

1 Introduktion

Detta förstudieprojekt har ingått i NUTEKs (nuvarande VINNOVAs) program för innovationssystemstudier. Det övergripande syftet med innovationssystemstudierna (varav detta är en) är att höja innovationsförmågan i olika innovationssystem i Sverige.

Det finns lite skrivet om gränssnittet innovationssystem, informationsteknologi och tillverkningsindustrins utvecklingskunskap. För att finna var insatser bör göras och definiera intressanta forskningsprojekt bör man förstå gränssnittets komplexitet och titta närmare på vad ett innovationssystem kan vara, samt ställa det i relation till informationsteknologin respektive tillverkningsindustrins utvecklingskunskap. Med hjälp av litteratur och intervjuer i tillverkningsindustrin belyses i projektet gränsområdet mellan innovationssystem, informationsteknologi och tillverkningsindustrins utvecklingskunskap. Syftet med förstudien är inte bara att studera kunskaps- och tillämpningsläget utan också att identifiera väsentliga frågor och få idéer till insatser (förslag till projekt och andra insatser). Väsentliga frågeställningar är av karaktären hur kommer innovationssystemet att se ut om fem år, hur hantera kompetens och strategiska avvägningar, förväntad utveckling av marknad och teknologi samt var de stora bristerna kommer att finnas.

Rapporten gör inte anspråk på att innehålla en heltäckande litteraturöversikt utan en översikt i form av en förstudie, varje område i sig omfattar en betydande litteratur. En avgränsning som är gjord i studien är att med tillverkningsindustri avses (för Sverige typisk) komplex verkstadsindustri varmed t.ex. processindustri inte behandlas. Denna avgränsning gavs i projektets inledande fas.

Rapporten är disponerad enligt följande. I kapitel två beskrivs de metoder som använts i förstudieprojektet. I de tre nästkommande kapitlen beskrivs teoridelarna informationsteknologi i tillverkningsindustrins produkter och processer (kapitel 4), innovationssystem (kapitel 5) och tillverkningsindustrins utvecklingskunskap (kapitel 6). Kapitel sju redovisar resultaten från de intervjuer som utförts på olika tillverkande industriföretag och vid universitet. Empiri och teori analyseras och sätts samman i en syntes i kapitel åtta och framtida forskningsbehov framställs vidare i kapitel nio. Ordningen på kapitlen redovisar också arbetsgången i projektet. Författarna började med att studera litteratur om innovationssystem, teknologiska system och informationsteknologi för att sedan gå till de tillverkande företagen och utföra intervjuer. Parallellt med intervjuerna har sedan ytterligare litteratur inhämtats. Som förberedelse för en huvudstudie har vi i projektet samlat in och behandlat mer kunskap än vad som presenteras i denna korta översikt.

2 Metod

Sökning har skett i databaserna: LIBRIS, ABI/INFORM, EBSCO Business Source Elite, Engineering Management IEEE, Journal of Product Innovation Management och LIBRIS databasen för doktorsavhandlingar.

Studiens syfte är att generera idéer och hypoteser mer än att finna generaliserbara sanningar. Därför har intervjuer med signifikanta aktörer varit den metod som använts för insamling av empiriska data. Vi har valt att i rapporten klippa in konkreta formuleringar och citat på vad som sägs inom verkstadsföretagen. Uttalandena är mer eller mindre generella. Valet av tillverkande företag har skett utifrån kriteriet ”betydande” inslag av informationsteknologi i produkter och processer. Huvudandelen av företagen har varit storföretag med egen forsknings- och utvecklings avdelning. Detta för att kunna fånga frågeställningar som är aktuella för avancerad forskning och utveckling. Ett mindre och ett medelstort företag som bedömts ha kompetens för att hantera frågeställningarna har valts för att även få med dessa företags möjligheter och behov av stöd.

Totalt har 18 intervjuer utförts, se bilaga 1. Intervjuer har utförts med ansvariga för informationssystem/informationsteknologi (IS/IT), forskning & utveckling och produktion i tillverkningsindustrin. Två av de intervjuade personerna arbetar heltid vid universitet. Ansvariga på företagen har valts för att det är de som bäst kan hantera projektets frågeställningar som i flera fall är på en hög abstraktionsnivå. Vi har prövat olika former av intervjuer med tanke på att detta är en explorativ förstudie. Karaktären på de en del intervjuerna har varit mer strukturerade till sin form och andra mindre. Några frågeställningar som de strukturerade frågorna bl.a. har berört är följande.

Vilken roll spelar IT i produkter, produktutveckling, processer och processutveckling?
Vilka är de stora hoten/möjligheterna vad avser informationsteknologin i teknisk utveckling idag?

Vilka är de stora hoten/möjligheterna vad avser informationsteknologin i teknisk utveckling i framtiden (om ca fem år)?

Finns strategier, policies eller visioner nedtecknade angående teknisk utveckling, informationsteknologi, informationsteknologi i teknisk utveckling och hantering av kunskap?

Hur ser kunskapsbasen ut på företaget?

Vilka aktörer är inblandade i teknisk utveckling (inom och utom företaget)?

Hur ser kunskapsflödet ut mellan de olika aktörerna?

Vad är det som gör att det tekniska utvecklingssystemet tar fart?

Vilka visioner finns om informationsteknologin i produktutveckling och processutveckling om 5-10 år?

Flera av intervjuerna har varit mer fria till sin karaktär. Detta för att få fram insikter om innovationssystem på en högre abstraktionsnivå. De så intervjuade personerna har genomgående ett omfattande samhällsengagemang. Respondenterna har fritt fått tala om innovationssystem, informationssystem och tillverkningsindustrins utvecklingskunskap efter en inledande beskrivning av problematiken.

Resultaten från intervjuerna och litteraturstudierna presenterades vid ett seminarium vid Handelshögskolan i Stockholm den 10 april 2001, se bilaga 2. Overhead-bilderna i bilaga 2 kan fungera som stöd vid läsning av rapporten. Inbjudna till seminariet var en utvald grupp personer från organisationer som bedömdes ha ett väsentligt intresse i frågeställningarna; forskare inom området, representanter från finansiären VINNOVA, chefer i tillverkningsindustrin samt andra berörda organisationer. Vid seminariet fördes en diskussion och dialog om rapportens innehåll och förslag till insatser.

3 Översikt över litteraturbasen

I litteraturstudierna har vi funnit att mycket senare forskning som behandlar innovationer och innovationssystem avser nyare områden och industrier, t. ex. bioteknik (Rickne, 2000; Sandström et al., 2000). Tillverkningsindustrin röner inte samma intresse. Vi kan möjligen dela Brulins och von Otters (2000) uppfattning om att i viss mån är den produktionsinriktade industrin "gammal", men den är också utsatt för ett kraftigt förändringstryck i den nya ekonomin och berörs i högsta grad av informationsteknologin. Flera svenska rapporter har under de senaste åren kommit fram till samma slutsats. Informationsteknologin i svensk tillverkningsindustri har förändrat och kommer att förändra dess produkter, produktutveckling, processer och processutveckling. Se exempelvis Teknisk framsyn (IVA, 2000a; IVA, 2000b), Industriförbundet (Hörndahl, 2000), NUTEK (Olsson, 2000), TELDOK (Johannesson och Kempinsky, 2000), Ekonomirådet (Tson Söderström, 2001). Till denna utveckling hör de viktiga kompetens och kunskapsfrågorna. Johannesson och Kempinsky (2000) skriver bland annat i sin rapport följande.

"Det är slående att de företag som ingår i föreliggande verkstadsstudie i många stycken uppvisar en mer komplex och integrerad användning av IT än vad IT-företagen, vilka då låg i framkanten, gjorde." (Johannesson och Kempinsky, 2000)

Det finns relativt mycket skrivet om informationsteknologi även utifrån ett management och beteendevetenskapligt perspektiv. Nära en tredjedel av ca 2000 böcker som publiceras varje år i USA om managementfrågor diskuterar datorer och telekommunikation (Chandler Jr and Cortada, 2000). Det finns en omfattande litteratur avseende teknologins effekter på individer (Lennerlöf, 1993, Gustavsson et. al., 1992, Goldkuhl och Nilsson, 2000). Vidare finns en omfattande litteratur avseende teknologins effekter på organisationer på individuell, organisatorisk, befolknings- och samhällsnivå (Tushman och Rosenkopf, 1992). De senare författarna menar att medan vi har en omfattande kunskap om teknologins effekter på organisationer vet vi väldigt lite om hur beslut tas om teknologi. Det är dags att öppna upp den svarta boxen av teknologisk utveckling; för att använda organisationsteori och forskning för att förstå det sociala, politiska och organisatoriska rötterna till teknologisk förändring. Genom att se den process av teknologisk förändring som bestäms genom interaktion mellan samhälle och teknologiska system kan vi börja identifiera hierarkier av aktörer som skapar teknologisk utveckling. Detta kan fördjupa vår förståelse för teknologisk evolution. Genom sådan ökad förståelse kan vi påverka innovationssystemet.

4 Litteratur om informationsteknologi i tillverkningsindustrins produkter och processer

Kapitlet börjar med en allmän del om informationsteknologin i tillverkningsindustrin för att sedan bli mer specifikt och behandla informationsteknologi i produkter (4.1), informationsteknologi i processer (4.2) och mellanorganisatoriska informationssystem (4.3)

”En allmängiltig definition av informationsteknik är teknik för att bearbeta, samla in, lagra och presentera information. Många inbegriper även teknik för att kommunicera och de teknologier som bygger på den digitala tekniken i begreppet informationsteknik (t. ex. datateknik, mikroelektronik och telekommunikation.” (Bergström, 2000). Informationsteknologin kan stötta beslutsfattande, underlättar samarbete och möjliggör informationens infrastruktur (Kendall, 1999). Generellt kan man säga att *informationsteknologibranschen är ”omogen”*. Softwareintensiva projekt åstadkommer hög risk av många olika anledningar. Enligt (Hobday och Brady, 2000) kan hög risk åsamkas av inkorrekt budgetering, dålig kvalitet och stora integrationssvårigheter. Många förseningar, kostnadsmissiga överdrag och misslyckanden att möta användarkraven kan spåras till problem med software (Hobday och Rush, 1999). En Teldok rapport ställer frågor om det överhuvudtaget behövs bättre kvalitet på programvaror och rapportens svar är tveklöst ”ja” (Håkansson, 2000). Programfel och undermåliga programprodukter kostar mycket stora belopp i stillestånds- och konsultkostnader. Enligt rapporten skulle en höjning av programvarornas kvalitet och förbättring av deras funktion spara mycket pengar, tid, och frustration.

Informationsteknologin i svensk tillverkningsindustri har spelat en betydande roll och speciellt inom tillverkning och användning av verktyg. IT kommer i framtiden att i allt högre grad integreras i dess produkter, produktutveckling, processer och processutveckling. På detta sätt når man helt nya marknader, funktioner och arbetsätt (Johannesson och Kempinsky, 2000). Teknisk framsyn menar i en av sina rapporter att kunskap och kompetens måste förstärkas inom för produktionssystemen strategiskt viktiga områden som integration av IT och programvara i produkter och produktionssystem, avancerade tillverkningstekniker, modellering och simulering, metoder för utveckling av komplexa system, material- och produktionsteknik samt livscykelekonomi (IVA, 2000a).

4.1 Informationsteknologi i produkter

Historik och nuläge

För att hitta material om informationsteknologi i produkter får man använda sig av olika begrepp t. ex. embedded (software) systems, multidoräna system, heterogenous system, mekatroniska system, multi-technology-corporation (MTC) och complex products and systems (CoPS). Granstrand och Sjölander (1988) introducerade MTC och menar med MTC ett företag som opererar inom minst tre olika teknologier. Som CoPS räknas telekommunikation, flygsimulatorer, flygmotorer, avioniksystem, tågmotorer, intelligenta byggnader osv. Det är litteraturen om MTC eller CoPS som bäst hanterar innovationssystem. Embedded software har förbättrat många produkter och

systemintegration och software engineering har kommit att bli en central innovationsmekanism i många CoPS.

Mycket forskning har fokuserat på massproduktion och mindre uppmärksamhet har lagts på utveckling av CoPS. Enligt Davies (1997) består en stor del av innovationslitteraturen av fallstudier från massproducerande industrier. Enligt (Hobday och Rush, 1999) skiljer sig innovationsprocessen för CoPS i många olika avseenden från de som vanligtvis kan ses i massproduktion.

Hobday (1998) argumenterar för att naturen av en produkt (speciellt dess komplexitet och kostnad) spelar en viktig del i skapandet av innovationsprocesser, organisationsformer och industrisamarbete. Det finns lite tvär-sektoriell forskning vad avser CoPS innovation och samordning. Jämförelsen massproduktion kontra CoPS är förenklad men den driver uppmärksamheten till frågan om produktkomplexitet och koordination och bidrar till att generera idéer vilket fördjupar vår förståelse för innovationsprocesser.

Även Affärsvärlden (2000d) skriver om att allt fler produkter och produktionssystem som har inbyggd intelligens i form av programvara, så kallade inbyggda system. Möjligheterna och de växande kraven på denna maskinnära mjukvara, som kan kommunicera med omvärlden, skapar nya affärsmöjligheter, men kräver också mycket stora utvecklingsinsatser. Exempel på IT-företag som arbetar med inbyggda system är Sigma, AU-system, Hiq och Enea.

Som exempel på utvecklingen av s.k. traditionell verkstadsindustri kan nämnas att loken och generatorerna i ABB har fått lämna plats för tjänster med högt IT-innehåll. ABB är idag världsledande leverantör av *automatiserade system för industriella processer* (Affärsvärlden, 2000a). ABB levererar system för processer inom industrin (skog, metall, bil, kemi, konsumentvaror) samt inom energisektorn och sjöfarten. Inom robottekniken är ABB världsledande.

Informationsteknologi i tillverkande företags produkter kommer att öka

Flera rapporter och artiklar indikerar att informationsteknologi i produkter kommer att öka. I en NUTEK-rapport beskrivs en kraftigt ökad betydelse för mjukvara i produkter (Olsson, 2000). Många CoPS förändrar sin fysiska komposition genom adopterandet av informations teknologi (IT) och speciellt embedded software, vilket är en kärnteknologi i många produkter enligt Hobday och Rush (1999). Antalet CoPS ökar och många har blivit komplexa och svåra att producera. Många CoPS är traditionella industrivaror och system men en relativt ny faktor är nivån embedded software och informationsteknologi. Hobday och Brady (2000) menar att CoPS tenderar att kräva mycket mer fokus på mjukvaruutveckling, systemintegration och projektmanagement.

Ett exempel från s.k. traditionell basindustri där man har lång tradition av att utnyttja IT är skogsmaskiner. Några områden där man kommer att se en förändring inom de närmaste åren, vilket man är överens om bland industriföreträdare, entreprenörer och forskare, är följande (Höglund, 2000).

- Det IT-stöd som utvecklar kommunikationen och bidrar till en bättre planering, styrning och uppföljning av virkesflödet kommer att ha framgång.
- Mobilt Internet kommer att utvecklas liksom den mobila datainsamlingen över satellit.

- IT-utvecklingen kommer att medföra mer precisa beställningar från kunderna både på dimensioner och kvaliteter.
- Ökad robotisering. Obemannade, datorstyrda skotar kommer att finnas på avverkningarna inom tio år. Inom en trettioårsperiod kanske vi har både obemannade skördare och skotar.
- Förbättring av flödet från skogen till kunderna i syfte att minimera kostnaderna i hela kedjan.

De intelligenta hemmen är på väg. En utbredning av hemmanätverken lägger grunden för tjänsteoperatörerna att utveckla sitt utbud och ge tillverkare av hushållsapparater incitament till att ta fram maskiner med inbyggd intelligens och förmåga att kommunicera. Det finns ett fåtal produkter på marknaden, bland dem ett antal vitvaror från Siemens och Electrolux (Affärsvärlden, 2000b).

Blue tooth är en teknik för sladdlös kommunikation mellan elektroniska apparater. Blue tooth teknikens förväntade genombrott innebär företeelser som intelligenta hem, där strykjärnet signalerar om man glömmer att stänga av det, bilar som larmar om de blir stulna ur garaget m.m. (Affärsvärlden, 2000e). Grunden är datachip som utrustas med radiosändare, mottagare och en antenn. Detta är sedan tänkt att byggas ihop och kapslas in i en modul för att kunna integreras i alla möjliga sorters elektroniska apparater – från tvättmaskiner till tangentbord.

Teknisk framsyn föreslår att det svenska trafiksystemet ska bli ständigt uppkopplat och interaktivt för trafikanten. Med människor och maskiner ständigt uppkopplade i trafiken ökar både säkerhet och framkomlighet på våra vägar menar de (IVA, 2000b). Det skrivs inte bara om navigationssystem i framtidens bilar utan också mobila e-tjänstesystem (Bretz, 2001; Dagens it.se, 2000). Bilen benämns av Bretz (2001) som "Just a Web Browser with Tires". Dagens it.se (2000) menar att det som driver utvecklingen är slutkundernas behov av säkerhet. Servicen ger tillgång till larmtjänst där nödsignal och samtal går till ett call-center. I bilen sitter en svart låda med en GSM-telefon, färd dator och GPS-positionssystem. Detta gör det möjligt att lokalisera och kommunicera med bilen och dess förare.

4.2 Informationsteknologi i processer

Historik och nuläge

Inom området factory automation har Sverige länge varit känt som ett av de ledande länderna (Carlsson, 1995). I boken "Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation" (Carlsson, 1995) tar forskarna upp olika aspekter på innovationssystem, se vidare kapitlet om innovationssystem. Med factory automation menar Carlsson (1995) teknologi i en fabrik som kan utföra uppgifter med ett minimum av mänsklig ansträngning genom användandet av datorer inom t.ex. materialhantering, produkt design, koordinering, kommunikation, mätningar och andra kontrollfunktioner. De viktigaste teknologierna är CAD (computer-aided design), CIM (computer-integrated manufacturing), FMS (flexible manufacturing systems), NC respektive CNC (numerically controlled och computer numerically controlled), industriella robotar och automatiserad materialhantering.

I ett specialnummer från International Journal of Technology and Management speglas bredden av datorapplikationer inom produktutveckling (Österlund, 2001). Datorer används inom produktutveckling för att bl.a. strukturera, integrera och lösa designproblem samt kvalitetssäkring, projektplanering, kontroll och hantering av kompetensresurser.

Internationella IT-företag lägger sina försäljningskontor i Sverige. Kista är fullt av den här typen av försäljningskontor (Affärsvärlden, 1999b). Investeringar i tillverkning är bättre med tanke på sysselsättning (exempelvis IBM Järfälla) men bäst av allt är när utländska företag etablerar forskning och utveckling i Sverige. Exempel är Nokia forskningslabb i Kista, Sun vid Högskolan i Karlskrona, Nortel – Stockholm, Oracle – centrum i Göteborg, Hewlett-Packard – Kista och att Microsoft köpte Sendit.

Framtida informationsteknologi i processer

Informationsteknologin i tillverkningsföretagens processer innebär en mängd förändringar. Det finns snart sagt specialverktyg för varje del i verkstadsindustrins processer; för design, tillverkning, styrning av hela processen, materialplanering, administration, utbildning, elektronisk handel och support (Johannesson och Kempinsky, 2000). Enligt Ekonomirådets rapport 2001 med namnet "Kluster.se" (Tson Söderström et al, 2001) kommer förändringar på marknadens funktionssätt, sättet att distribuera varor, inhämta information och produktionens organisation vilka innebär mer konkret att:

- Köpare och säljare kan mötas på en virtuell marknadsplats där det finns betydligt fler aktörer än på fysiska marknader.
- Varor och tjänster kan förmedlas direkt på Internet. Speciellt tydligt när det gäller "viktlösa varor" som t.ex. mjukvara och olika tjänsteprodukter.
- På motsvarande sätt kan information och också kunskap hämtas på nätet.
- Landvinningarna inom IT leder enligt Ekonomirådets rapport till att företagens organisationsformer allt mer går mot nätverk.

Problematiken med kommunikation mellan olika CAD/CAM-, PDM- (Product Data Management) och CAE-system (Computer Aided Engineering) är enligt många underskattat i de flesta företag. Enligt (Johannesson och Kempinsky, 2000) kan det vara en bidragande orsak till den långsamma affärsutvecklingen, trots omfattande IT-investeringar. Nästa steg inom CAD/CAE/CAM är enligt Verkstadsforum (2000:6) "Knowledge Based Automation" och smarta modeller. Det handlar om att via regler automatisera rutinarbete och lösgöra tid för innovation.

Simulering och modellering ger möjligheter till nya arbetsätt i utvecklingsarbetet och i utbildning. Med hjälp av tekniker för att skapa rörlig 3D-grafik, "virtual reality", ljud och lukt, samt metoder för att åstadkomma verklighetstrogna upplevelser av rörelser och känsel skapas möjligheter till "virtuella provkörningar" av både produkter och produktionsanläggningar (IVA, Teknisk Framsyn 4, 2000). Scania designar sina lastbilshytter till stor del med hjälp av cad-teknik, och nu installerar man en virtual reality anläggning (VR) för att kunna fullskalesimulera hytterna i 3D (Ny Teknik,

2000). Ergonomen, designern, stylisten och konstruktören försöker på detta sätt få fram en optimal lastbilshytt.

Outsourcing sker på alla möjliga områden och av många olika funktioner. Företag lägger ut funktioner som t.ex. personalmatsalar och receptioner, leasingbilar etc. Programvara är ytterligare ett steg i outsourcingtenden. Företagen delar på programvaran och därmed också på driftkostnaderna. Företagen slipper ständiga uppdateringar. Egen supportavdelning inom företaget minskar. Säkerhetsrisken hör till de stora nackdelarna. Det blir också dyrt att vara uppkopplad hela tiden. ASP, Application Service Provider, innebär att någon annan tar hand om driften av dina system t.ex. affärssystem. Enligt Affärsvärlden (2000c) hyr man en programvara eller en funktion via Internet istället för att köpa den. Ett bolag som satsar på ASP är Alfaskop.

Svenska företag ligger i världstoppen inom IT-området – särskilt inom mobilt Internet. ”Mobilt Internet” innebär lösningar för hur Internet ska skickas över mobilnätet. Företaget Ehand ser framför allt en stor marknad i att koppla ihop företagens stora affärssystem med små, mobila handdatorer. Andra företag är Aspiro, Palm Reach, Melody och Nocom (Affärsvärlden, 1999b).

4.3 Mellanorganisatoriska informationssystem

Inledningsvis fokuseras nedan först Internet och e-handel varefter gås över till forskning om mellanorganisatoriska informationssystem i allmänhet. Mellanorganisatoriska informationssystem tycks ha tilldragit sig ett stort intresse bland forskare om man ser på publiceringen.

Industriförbundet konstaterar att vad avser elektroniska affärer i svensk industri har vi bara sett början på denna utveckling (Hörndahl, 2000), även om verkligheten är mer nyanserad än den som framskymtar i massmedia. Enligt Affärsvärlden (2000f) kommer den riktigt stora handeln på Internet att ske mellan företag, så kallad business-to-business-handel. Inom bilindustrin och många andra tillverkningsindustrier är elektronisk handel och elektronisk affärskommunikation inget nytt. Inom bilindustrin tror man att nya Internet baserade leverantörsnätverk på sikt kan komma att förändra både design- och utvecklingsprocessen, men även hur bilar marknadsförs och säljs. Autoxchange är en global marknadsplats på Internet för bilindustrin och dess underleverantörer.

Internet kommer att skaka om ordentligt i marknaden för affärssystem (Affärsvärlden, 1999a). Eftersom Internet är öppet till sin natur kan olika program för lager, ekonomi, tillverkning med mera sättas ihop efter företagens önskemål. Många företag har genomfört dyra, och i många fall smärtsamma installationer av affärssystem. Installationerna har tagit lång tid, inte minst för att personalen måste lära sig systemet. I många fall har man till och med omorganiserat företaget för att anpassa sig till hur affärssystemet är upplagt. Affärssystemen kommer att behöva anpassas för Internet och elektronisk handel. En större utmaning är att skriva om hela system för Internet. Det kommer att behövas, inte minst för att underlätta kommunikationen med andra affärssystem och program som finns hos kunder, leverantörer med mera. På sikt bör

systemen också anpassas för mobila tillämpningar, exempelvis WAP (standard för att skicka Internet till mobiltelefonerna). Intenia har gjort sitt affärssystem, Movex, tillgängligt via Internet. Systemet har dessutom kompletterats med flera applikationer för elektronisk handel, till exempel inom försäljning och service. Affärssystemet IFS Application har fungerat på flera olika plattformar och inte bara IBMs plattform, som IBS och Intenias affärssystem. IFS har köpt flera programvarubolag vars nischade program nu integreras i IFS breda affärssystem

Forskning om mellanorganisatoriska informationssystem

En del forskning de senaste åren har behandlat mellanorganisatoriska relationer och informationsteknologi (Bensaou och Venkatraman, 1996; Fredriksson och Vilgon, 1996; Christiaanse och Huigen, 1997; Öhrwall Rönnbäck, 1999; Nittmar, 2000). Externa aktörers relationer till ett företags produktutvecklingsverksamhet diskuterades av Allen (1977). Olika organisationer har olika arbetsformer, mål och förståelseramar vilket gör att svårigheterna ökar att integrera arbetet mellan olika aktörer när samarbete växer över organisationsgränser. Nedan redovisas resultat från tre studier som behandlar mellanorganisatoriska informationssystem.

Nittmar (2000) ställer frågan hur formerna för samarbete i komplex produktutveckling kan komma att förändras vid användandet av mellanorganisatoriska informationssystem. I studien identifieras förändring i tre organisationsdimensioner: aktörsstrukturen, aktivitetsstrukturen och kommunikationsstrukturen. Ett av hans bidrag visar varför informationsteknologi inte leder till effektivitet, "oklarhetsgränsen" försköts. Begreppet oklarhetsgräns utgår från problemlösningsprocessens fundamentala behov – rik kommunikation vid hantering av oklarheter. För att man ska kunna utföra komplex problemlösning i samarbete, måste oklarheter hanteras i den dagliga kommunikation mellan olika aktörer. En av studierna visade att för att bygga upp rik kommunikation tillskapades en omformnings- och filterfunktion – mellanrumsaktörerna. Studien visar på att en roll som integrerande gatekeeper kan vara nödvändig för att få produktutvecklingsnätverk att fungera som förut när nya informationssystem införs.

Enligt Fredriksson och Vilgon (1996) är många av de bäst kända och mest lyckade exemplen vad gäller konkurrensmässigt fördelaktiga informationssystem de som länkar den centrala organisationen med sina leverantörer, distributörer och slutanvändare; så kallade mellanorganisatoriska informationssystem. Författarna skriver att det finns lite publicerad forskning som beskriver utvecklingsprocessen av sådana system. Många drivkrafter bakom nya organisationsidéer i många industrier är tron att ökad konkurrensmässighet kräver ökat samarbete. Det betyder att man då fokuserar forskningen på relationer mellan företag hellre än på enskilda aktörer. Detta perspektiv kan etiketteras mellanorganisatoriska relationer (inter organisational relationship, IOR). Mellanorganisatoriska informationssystem (inter-organizational information system, ISO) är då viktiga underlättare.

Fördelar fås inte enbart från användandet av IOS, utan uppnås genom interaktion mellan människor, organisatoriska (industriell organisation) nätverk och konkurrerande faktorer. I artikeln föreslår de en holistisk approach för att förstå likheter och olikheter mellan företag som implementerar IOS. En slutsats är att förståelsen och utvecklingen av IOS kan öka genom att tillämpa dynamiska och relations- (industriella nätverks) perspektiv.

De föreslår att forskningen för att ta ett steg framåt måste fokusera antingen på utbytesrelationer mellan företag där IOS har implementerats eller hela systemet av företag inom IOS nätverk. Förändrat fokus på forskningen är nödvändig från en statiskt till en dynamisk approach. Likväl behövs en förändring från aktörer till relationer (industriella nätverk) för att öka förståelsen av utvecklingen av IOS. Empiriska resultat visar att IOS som regel implementeras i existerande relationer och inte tvärt om. En möjlig förklaring till det är att det är nödvändigt att ha ett stabil utbytesrelation i vilken företagets källor är villiga att förmå göra förändringen. Viktigt är att integrera idéer mellan IOS-litteratur och IOR-litteratur.

Christiaanse och Huigen (1997) skriver att det institutionella perspektivet kan ge förklaringar till lyckade och misslyckade implementationer av informationssystem. Artikeln analyserar implementering av två mellanorganisatoriska informationssystem i två olika institutionella omgivningar. Aktörer involverade i informationssystem utveckling opererar inte i ett vakuum. Deras interaktion är influerad av institutionella kontext. De argumenterar för att när IT-innovationer passerar organisationsgränser och när de förändrar gränser mellan organisationer, vilket oftast är fallet med IOS (inter-organizational systems), då är de institutionella kontexten speciellt viktiga. Många forskningsdiscipliner inom ekonomi, politik, sociologi och business science har ett institutionellt perspektiv. Alla pekar på att både interaktioner och val underlättas och försvåras av vanor, procedurer eller andra förkroppsligande av strukturer. En viktig förklaringsfaktor vid implementering av dessa system ligger i mixen av trossystem gällande det ideala "supply-push" eller "demand-pull" för innovationer. Supply-push krafter kommer från produktionen av den innovativa produkten eller processen själv. Demand-pull krafter uppstår hos potentiella användare att vilja använda innovationen. Forskning på innovationer till mitten av 1970 talet har kulminerat i uppfattningen att demand-pull krafter var den dominerande processen i innovationen. Men supply-push faktorer kunde man finna var inkluderade av den tekniska industrin där innovationen själv skapade ett behov. Mellanorganisatoriska informationssystem länkar, definitionsmässigt, flera organisationer tillsammans. Organisationer är oftast aktiva i ett strukturellt eller institutionellt sammanhang; maktstrukturer, handlingsstrukturer och distribution av kompetens förändras vid implementering av mellanorganisatoriska informationssystem. Mer forskning behövs för att fullt ut förstå institutionella faktorer som kan spela en roll vid implementering av komplexa mellanorganisatoriska system slår Christiaanse och Huigen (1997) fast.

Öhrwall Rönnbäck (1999) menar att intressant för fortsatt forskning är hur samarbete inom produktutvecklingsprocessen förändras med Web-baserade lösningar. Hon ställer frågan om Internet kan ge en tillräcklig infrastruktur för kommunikation och vilka möjligheterna/begränsningarna är.

5 Litteratur om innovation och innovationssystem

Fokus i detta kapitel är innovationssystem men vi börjar att analysera systembegreppet (5.1) för att därefter titta närmare på innovation (5.2) och innovationssystem (5.3).

5.1 System

Bakka m.fl. (1999) lägger vikt på fyra generella förutsättningar (teser) i systemorientering.

1. System är komplexa enheter. De är sammansatta av många –ofta helt olika – komponenter som står i interaktion med varandra.
2. System har två huvudområden som kräver uppmärksamhet/energi: a) den inre regleringen och b) reglering av förhållandet till omvärlden (över systemets gränser).
3. Alla levande system har självreglerade mekanismer.
4. Sociala system bör alltid analyseras i förhållande till omvärlden.

5.2 Innovation

Innovationer har inspirerat ett mycket stort antal forskare menar Kimberly (1981) Drazin och Schoonhoven (1996). Det visar också våra litteraturstudier. Sökordet *innovation* i LIBRIS gav över 2500 referenser och EBSCO Business Source Elite gav över 9800 referenser. Innovationer handlar väldigt lite om enskilda individer utan om organisation och attityder. Enligt Haragadon och Sutton (2000) har de innoverande företagen lärt sig att systematisera den processen. Vad är då inte utforskat vad avser innovationer? Kimberly (1981) menar att ur ett forskningsperspektiv behöver man veta mycket mer om marknadens dynamik. Varifrån kommer innovationer? Hur utvecklas de? Vidare konstaterar Kimberly ett antal intressanta saker om innovationer. Fler studier är utförda inom teknologiska innovationer än ”managerial” innovationer. Forskningen har koncentrerat sig mest på adoptionsfrågor, att ta till sig innovationer är bra. Väldigt lite forskning har gjorts vad avser exnovation dvs. avlägsnandet av en innovation från en organisation. Det finns en del forskning kring spin-offs (Lindholm, 1994). Organisationer som tar till sig ett stort antal managerial innovationer kan faktiskt vara maladaptive, för de kan inte differentiera mellan viktiga och oviktiga innovationer (Kimberly, 1981). Man kan inte förstå en innovations öde – dess spridning, adoption och effektivitet – utan att förstå dess kontext i vilket den föddes och till vilket kontext innovationen ska introduceras. Vad som enligt Kimberly behövs är en bättre förståelse för kontexten. Politiska, ekonomiska, sociala och historiska faktorer påverkar spridning av innovationer från organisation till organisation. Kimberly skrev sin noggranna litteraturstudie för tjugo år sedan. Varför har så lite gjorts för att förstå icke adoption, exnovation och innovationers kontext?

Drazin och Schoonhoven (1996) uttrycker sin besvikelse över att få artiklar har försökt att integrera det mångfald av strömmar som finns inom innovationsforskningen. Det organisationsteoretiska perspektivet verkar härledas mer från praktiska överväganden än teoretiska. Innovationsteori har dominerats av normativa förklaringar om hur man ska uppnå ett bättre resultat. Kärnan inom innovationsteori har handlat om ett adoptions/anpassnings perspektiv. Innovationsstudier har blivit studier om hur man ska övervinna byråkratiska hinder. De menar att det forskarsamhället inte har uppnått är att

utveckla modeller som integrerar innovationsaktiviteter på en mikro (organisatorisk) nivå med en makro nivå – t.ex. processer som opererar på social nivå. Utmaningen handlar om att skapa teoretiska och metodologiska broar mellan dessa två nivåer av analyser. Det är en utmaning för innovationsforskare att integrera forskning om kontext och forskning om industriell dynamik. Enligt Drazin och Schoonhoven vet vi fortfarande mindre än vi skulle om hur mellanorganisatoriska relationer och nätverk påverkar innovationer. Det skulle hjälpa att förstå teoretiskt hur konsortier, allianser och joint ventures påverkar innovationsgraden. Teorier om innovationer måste reflektera över hur innovationer produceras och influeras av multipla faktorer.

- 1) Global, multikulturellt och internationellt inflytande.
- 2) Ledningens omätliga hunger efter kunskap om hur man ska innovera i en värld som karaktäriseras av hastighet, korta cykeltider och hög kvalitet.

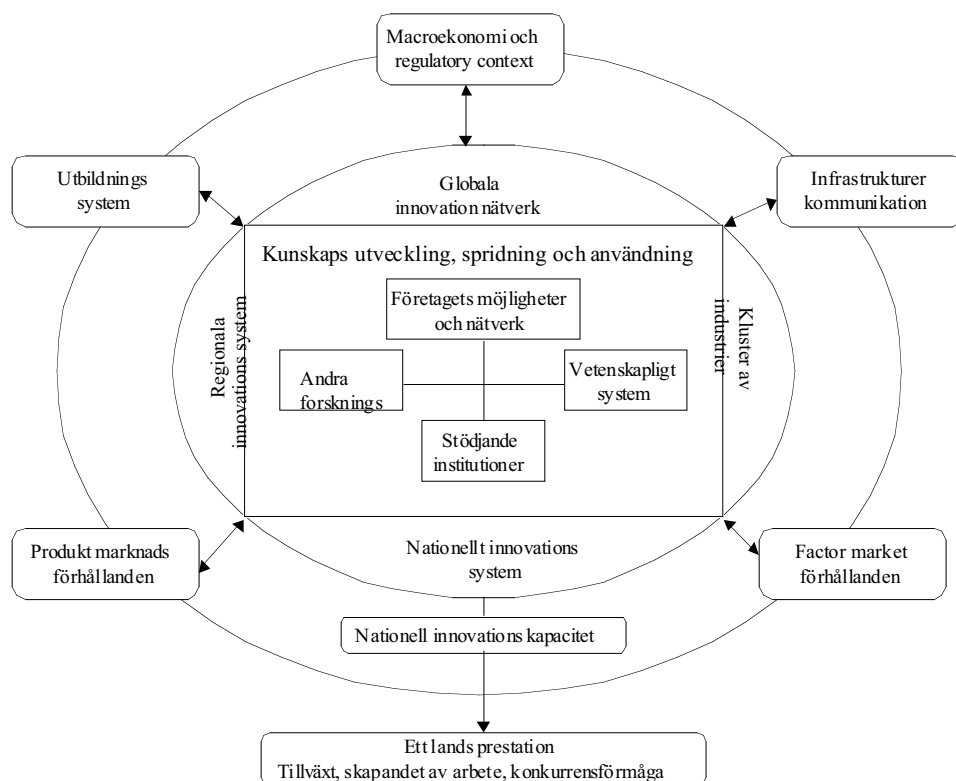
Forskningen behöver utveckla en mer komplex och förädlad förståelse för innovation i en modern värld av organisationer.

5.3 Innovationssystem

Ett annat perspektiv på innovationer är systemangreppssättet. Litteratursökningarna gav inte lika många referenser för sökordet *innovationssystem*, LIBRIS gav 63 och EBSCO Business Source Elite gav 38 referenser. Men vad är ett innovationssystem? Den frågan besvaras inte lätt. För det första kan innovationer studeras på olika nivåer, makro-, meso- och mikro-nivå (OECD, 1999). På makronivå kan en nations innovationssystem studeras medan på mesonivå studeras sektorer eller kluster. Mikronivå innebär studier inom eller på ett litet antal företag eller andra organisationer. Ett system kan innebära en bransch, sektor eller ett land. Ett lands innovationssystem kan ses som i figur 5.1.

På makronivå finner vi forskare som exempelvis Edquists och McKelvey (Edquist, 1997; Edquist and McKelvey, 2000) samt Freeman och Soete (1997). Ett försök till sammanfattning av vad Edquist och hans kollegor menar med innovationssystem är följande (Edquist, 1997; Edquist, 2000). Processer sker över tid och påverkas av många olika faktorer. Företag ”innoverar” nästan aldrig isolerat. Företag påverkas av andra organisationer för att öka, utveckla och utbyta olika former av kunskap, information och andra resurser. Dessa organisationer kan vara andra företag (leverantörer, kunder, konkurrenter) men också universitet, forskningsinstitut, investment banks, skolor, regeringsdepartement etc. Därför är det viktigt att inte se ”innoverande” företag som isolerade, individuella beslutsfattande enheter. Det mest karaktäristiska för de flesta perspektiven inom innovationssystem är deras tonvikt på rollen av institutioner. Termen institutioner används på två olika sätt. I det ena fallet används begreppet för saker som skapar beteende mönster som normer, regler och lagar. Med den andra formen av institutioner menas ”formella strukturer med ett speciellt syfte” dvs. organisationer. Företags beteende påverkas av institutioner som stiftar restriktioner och/eller stimulerar innovationer. Det kan vara lagar, ”hälso”-regleringar, kulturella normer, sociala regler och tekniska standards. Om man vill beskriva, förstå, förklara – och kanske påverka – innovationsprocesser, måste man ta hänsyn till alla viktiga faktorer som skapar och påverkar innovationer. Förståelsen för strukturen och dynamiken av sådana system är kärnan av modernt tänkande om innovationsprocesser. Edquist visar på behovet av att utveckla andra alternativ till neoklassisk ekonomisk tradition genom att placera interaktivt lärande och innovation i fokus av en analys. Det finns ingen formell och etablerad teori inom innovationssystem, den har utvecklats och påverkats av olika teorier om

innovationer som ”interactive learning theories” och ”evolutionary theories”. I böckerna visas att de olika författare som ansluter sig till ”systems of innovation” menar olika saker med termen innovation. Det är ett problem med en bred definition, vad ska ingå? Enligt Edquist är ”Conceptual pluralism” naturligt för en ny approach under formering.



Figur 5.1. Aktörer och länkar i innovations systemet.

Fritt översatt från OECD, 1999. Managing National Innovation Systems, ISBN 92-64-17038-3.

Freeman och Soete (1997) är två av de få forskare som kopplar samman makro- och mikro- nivån. De belyser nationella system på makronivå och exempelvis Abernathy och Utterback's teorier om teknisk utveckling (se kapitel sex) och mager produktion på mikronivå.

I Gergils (2001) kan man läsa att en innovationsprocess baseras inte bara på nya vetenskapliga rön, utan andra kunskaper används och vidareutvecklas. Följande aspekter är hämtade från en bilaga i Gergils (2001) rapport och ger en bättre förståelse för innovationsprocessen.

- Innovationer är inte ett fenomen som sker under speciella och kontrollerade former. Innovationsprocessen pågår ständigt i alla delar av ekonomin.

- Lärprocessen är en del i innovationsutvecklingen. Vid produktion lär man sig tillverkningen, men ser också nya möjligheter. Sak samma är det i lärprocessen med marknader och deras krav som stimulerar utveckling. Det sker också genom att produktens/processens användbarhet i andra sammanhang blir uppenbar.
- En tredje viktig faktor är den sociala miljön som teknologin används i. Sociala faktorer, nationell kultur, institutionsuppbyggnaden i samhället och inte minst starka aktörer i ekonomiska system påverkar själva innovationsprocessen. Man kan tala om innovationer som en interaktiv process av social natur som också i princip är en öppen process.
- Innovationer måste ses som en kumulativ process. En utveckling som bygger på genererad kunskap – med många olika kunskapslager.

Innovationsprocessen uppfattas idag som en lösning av problem i en miljö av olika organisationer, faktorer, samarbete och stöd. Det är inte en linjär modell från grundforskning till användbara produkter. Denna insikt är helt avgörande för de system för innovationer som alla aktörer bygger upp – allt ifrån enskilda företag till nationer och det internationella samfundet.

Ett annat viktigt perspektiv på innovationer har utvecklats av Carlsson (1995) nämligen ”technological systems”. Technological systems definieras enligt följande.

”Technological systems consist of network(s) of agents interacting in a specific technology area under a particular institutional infrastructure for the purpose of generating, diffusing, and utilizing technology. Technology systems are defined in terms of knowledge or competence flows rather than flows of ordinary goods and services. They consist of dynamic knowledge and competence networks...”

Som nämnts tidigare tar forskarna i boken ”Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation” (Carlsson, 1995) upp olika aspekter på innovationssystem. I boken diskuteras naturen, funktionen och kompositionen av teknologiska system (Carlsson och Strankiewicz, 1995). En forskare har ”mappat” teknologiska kluster vad gäller komposition och struktur av ”factory automation” (Granberg, 1995a). Vidare har de belyst den akademiska infrastrukturen inom ”factory automation” (Granberg, 1995b). Carlsson (1995c) och Carlsson och Jacobsson (1997) sammanfattar att trots att Sverige har ett starkt och robust system inom ”factory automation” och presterar bra i termer av både FoU och resultat från FoU (mätt genom patent) inom ”engineering” industrin har Sverige haft dålig tillväxt och tappat marknadsandelar på den internationella marknaden. Enligt dem har detta att göra mer med institutioner i den inhemska ekonomiska omgivningen såsom exempelvis höga skatter, samarbetsstrukturer och dålig stimulans än med teknologin.

Brulin och von Otter (2000) lyfter fram skillnaden mellan innovationssystemansatsen och ekonomin i relationer. Gnosjöregionen har varit framgångsrik när det gäller att ständigt omvandlas och möta nya utmaningar. De menar att regionen inte är något system. Systemet är inte tillgången utan systemets uppsättning av relationer. Dessa relationer tar tid att utveckla och är svåra att imitera.

Mycket forskning inom komplexa produkter och system (CoPS) är fragmenterad, fokuserar endast på en enda industri och sällan orienterad till företagets behov att

konkurrera. Enligt Hobday, Rush & Tidd (2000) och Hobday (1998) kontrasterar innovationsteorier och modeller om komplexa produkter och system starkt med ”traditionell forskning” som bygger på konsumentprodukter och stora volymer typ Abernathy och Clarks forskning (se vidare kapitel sex). I CoPS florerar praktiska nya verktyg för problemlösning. Innovationsprocessens skillnader med avseende på massproducerade varor respektive komplexa produkter och system ses i tabellen nedan.

Tabell 5.1. Ledningens utmaning: komplexa produkter och system kontra massproducerade varor. Från Hobday och Rush (1999).

Utmaning	Massproducerade varor	Komplexa produkter och system
Innovationsprocesser	Tillverkningsintensiva	Designintensiva
	Leverantörsdrivna	Kunddrivna
	Enföretagscentrerat	Samarbete, nätverksdrivet
	Marknadsförmedling	Förhandling

Det är inom minst fem områden forskning behövs (Hobday och Rush, 1999). Dessa fem teman hjälper oss i vår förståelse av innovation.

- Omgivningen för CoPS innovationer: Många CoPS-sektorer befinner sig i en snabbt växande miljö karaktäriserad av privatisering, avreglering och globalisering. Det behövs bidrag om CoPS i den moderna ekonomin och kunskap om hur regulatorer, teknologiska, institutionella och marknadsfaktorer ändrar rollbesättning, utmaningar, hot och möjligheter som CoPS-leverantörer möter.
- Managing av innovation och systematiska analyser av innovationsprocesser. Det behövs kanske en ny ”management”-paradigm olik paradigmet i massproduktion.
- Inverkan av software. Software är en kärnteknologi för många CoPS och svårigheterna i innovation management i softwareintensiva projekt ligger i att applicera resurser. Forskningsinsatser behövs för att utveckla verktyg och tekniker och speciellt de som har att göra med ”mjuka” mänskliga sidan av software management.
- Modeller och konceptuell beskrivning. Mer konceptuellt arbete behövs om innovationsprocesser i CoPS i kontrast till konventionella modeller (från masstillverkning) för att förklara olikheter och likheter mellan olika CoPS kategorier.
- Government policies.

Innovationssystem på mikronivå innebär allmänt studier om processer, strukturer och klimat vilket vi inte går igenom här. Detta område är enormt stort som vi indikerat tidigare och dessutom välkänt i vår forskningsmiljö. Vi går vidare med ett urval kring den tekniska utvecklingskunskapen vilket är fokus för vår studie. Det området återkommer vi speciellt till i nästa kapitel.

6 Litteratur om tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap

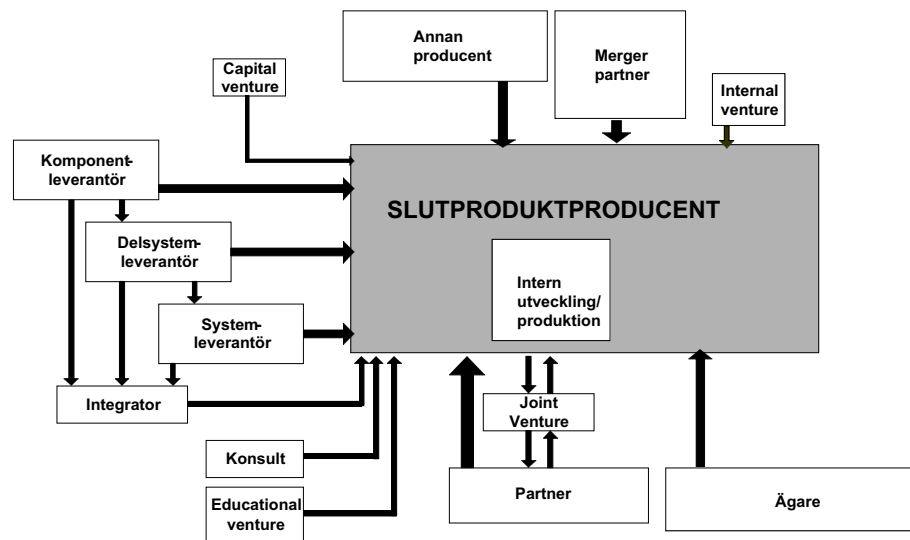
Kapitlet redovisar ett antal teorier om teknisk utvecklingskunskap. Kapitlet gör inte anspråk på att vara en heltäckande litteraturstudie inom området utan ett antal för projektets frågeställningar väsentliga teman har lyfts fram.

6.1 Förståelse för teknisk utveckling

Ledningen behöver i framtiden kunna hantera företagets omgivning på ett bättre sätt. Tushman och Rosenkopf (1992) menar att man behöver bättre förstå de mekanismer genom vilken organisatorisk aktion påverkar tekniska förändringar. Vi behöver veta mer om hur interaktionen mellan konkurrerande organisationer, professionella samhällen, leverantörer, kunder och regeringsmakts enheter skapar teknologisk utveckling. Det blir med andra ord alltmer väsentligt att hantera marknadens relationer i jämförelse med hierarkiska relationer. I utveckling och hantering av marknadsrelationer visar det sig att **tillit** blir ett alltmer centralt begrepp. Kommunikationen kommer att handla mer om vision, mission, policy och strategier för att parterna ska veta vad man samarbetar kring. Några forskare som har belyst tillit är Karlsson & Nellore (1998), Stevrin (1998), Lakemond (1999) och Costa (2000). Enligt Stevrin (1998) kommer tillit att utgöra ett strategiskt fenomen att hantera för samhället, organisationer och företag i framtiden. Lakemond (1999) tar upp olika typer av ömsesidig tillit mellan produktutvecklare och leverantörer. Det räcker inte bara med kontraktuella och skriftliga överenskommelser. Flera casestudier visar att många allianser har avbrutits beroende på brist på tillit mellan dem som ska samarbeta (Costa, 2000). Svårigheterna att bygga upp tillit har visat sig ha att göra med olika historia, kulturer, strategier och operationella procedurer. Det politiska samspelet och konflikt mellan organisationer har också intresserat många forskare.

Framtida forskning bör utforska valet av dominant design och teknologiskt avbrytande påverkan i slutna och öppna system (Tushman och Rosenkopf, 1992). Enligt dem måste varje forskare på organisationsnivå vad avser teknologiska framsteg flytta sig till mellanorganisatorisk och samhälls-nivå i sin analys. Enligt Gibbons (1994) är den traditionella produktionen av kunskap för oflexibel som t.ex. management by objectives och systemapproachen. Ledningen behöver bli mer öppen och bryta sig loss från klassiskt planeringsperspektiv. Ledning av processer och speciellt av den externa omgivningen kommer att bli viktigare. Det handlar om att bryta igenom gränser och fungera som mäklare mellan olika viljor vid samarbete. Genom att forma allianser gör företagen strategiska val vilket leder till samarbete men förr eller senare till konkurrens. Att upprätthålla en balans mellan samarbete och konkurrens har blivit en central utmaning. Man kommer att bli en aktiv partner i ett väldigt komplext kunskapsproducerande spel. Ett viktigt element i spelet är förmågan att hoppa fram och tillbaka mellan miljöer, vilket vid ett tillfälle innebär samarbete och vid ett annat konkurrens. Människor kommer att arbeta tillsammans i temporära arbetsteam och nätverk för att lösa problem enligt Gibbons (1994). Karlsson (2000) illustrerar i sin artikel några huvudutmaningar inom industriell utveckling, speciellt inom OEM-industrin. Fokus i artikelns diskussion är ”organisation av industriella nätverk” med vilket författaren menar i huvudsak övergripande struktur, affärsmission (logic), produktutveckling, produktion och integration av dessa funktioner men också inköp, supply chain management och distribution. Nätverk ska inte ses som en organisationsform utan ett

perspektiv som kan tas på organisation. Nedan ses det nätverk som management måste kunna hantera inom ett OEM-företag.



Figur 3. Den enhet management måste kunna hantera. Från Karlsson (2000).

Ingenjörnsrollen handlar mer om att hantera ett nätverk av kontakter och integrera funktioner än att hålla sig kvar inom sin teknologiska specialitet. Det är de nya ”integratörerna” som kanske inte har egen teknologi men integrerar komponenter och system till väldigt stora system. I den vertikala strukturen finns innehavare av specifika kunskaper som konsulter osv. Poängen är att den mest strategiskt viktiga enheten för ledning är nätverket som alla organisationer tillsammans formar, inte den interna organisationen. En stor del av inte bara tillverkningen men också produkt- och konceptutvecklingen sker utanför den traditionella organisationen.

6.2 Olika slag av utveckling/innovation

Enligt Dahmén (1942) är det väsentligt att vid studier av industriell utveckling både studera och analysera den positiva sidan bestående av initiering och tillkomst av nytt och dess negativa sida avveckling av gammalt. Det har senare diskuterats av Abernathy och Clark (1988) i en Schumpeteriansk anda av kreativ destruktion. Abernathy och Clark (1988) fokuserar inte på själva tekniska processen utan på de aspekter i företagets omgivning som sporrar och/eller hämmar tekniskt framåtskridande. I deras referensram konstateras att innovationer inte är ett enhetligt fenomen. En del innovationer avbryter, förstör eller gör etablerad kompetens föråldrad, andra förfinar och förbättrar. Olika typer av innovationer kräver olika typer av organisatorisk omgivning och olika ledningsstilar. Med hjälp av en fyrfältare, övergångskartor för förändring, beskriver de skillnaderna i organisatorisk omgivning i varje fas. Övergången från en fas till en annan kan medföra signifikanta utmaningar för det etablerade företaget. Historiskt har det visat sig att skapandet och utvecklandet av teknologibaserade industrier leder industrin från en kvadrant till en annan kvadrant.

På den *konservativa sidan* är de innovationer som ökar värdet eller tillämpningen av existerande kompetens. Förändringarna behöver inte vara destruktiva. Produktteknologi

kan lösa problem och eliminera fel. Processteknologier kan kräva nya sätt att hantera information. På den *radikala sidan* är effekterna av innovationer det omvända. Istället för att öka eller förstärka, avbryter eller förstör innovationer. Existerande resurser, förmåga eller kunskap passar dåligt eller inte alls. (Schumpeters teori om kreativ destruktion).

6.3 Utvecklingsfaser

Enligt Abernathy och Clark (1988) måste ledningen uppmuntra den kreativa syntesen av information och ny insikt om användarnas behov med information om teknologiska möjligheter i den *arkitekтуella* fasen. Timing är det viktigaste i den *nischskapande* fasen. Teknologin är generellt tillgänglig. Nyckeln är att se de nya marknads-möjligheterna. Tillverkningen måste gå snabbt. Den *regulära fasen* innebär metodisk planering och konsistens, vilket är ledningens nyckelfaktorer. I denna fas gäller det att uppnå volymproduktion och använda skalekonomin till lägre kostnad och förbättra produkter. Den *revolutionära fasen* domineras av "technology push". Ledningen måste kunna hantera och se konsekvenserna av långsiktiga mål genom investeringar i ny teknologi och innovation. Uppgiften är att fokusera på möjliga/besvärliga teknologier till en specifik marknad och att ta fram de finansiella resurserna för detta syfte.

Tushman och Anderson (1986) visar att kompetensförstörande diskontinuitet initieras av nya företag och är associerade med ökad omgivningsturbulens medan kompetenshöjande diskontinuitet initieras av existerande företag och är associerade med minskad omgivningsturbulens. Teknologi utvecklas som svar på växelverkan mellan historia, individer och marknadens krav. Teknologiska förändringar är en funktion både av variation och förändring liksom struktur och mönster. Teknologiska förändringar sker inte i ett vakuum utan påverkas av interaktionen mellan teknologi och politik samt sociala och lagliga överväganden.

Utterback (1994) visar på komplexiteten att hantera dynamiken vid innovation. Interaktionen av teknologisk förändring, organisation och den konkurrerande marknaden är mycket mer komplex och dynamisk än vad de flesta modeller beskriver. Han visar i sin bok att produktinnovation och processinnovation är beroende av varandra. När produktinnovationstakten minskar är det vanligt att observera en ökad takt av processinnovation.

6.4 Val av teknisk utveckling och strategi

Antingen kan omvandlingar och förändringar betraktas utifrån strategiska val eller som ett resultat av påverkan från omgivningen (Forsell, 1992). I det första fallet förläggs orsakerna inom organisationen varvid teorier om strategier, teorier om politiska processer i organisationen och beslutsteorier sätts i fokus. I det andra fallet läggs orsakerna utanför organisationen. En studie av organisatorisk omvandling gjord ur ett institutionellt perspektiv fokuserar på hur idéer och föreställningar introduceras och antas i en organisation, vem som introducerar dem, vilka idéer och föreställningar det gäller och vilket kontext de ingår.

Enligt den välkände strategiforskaren Porter (1996) finns starka krafter i en organisation som är emot att göra val. Därför krävs starka ledare som är villiga att ta beslut. En av en

chefs uppgifter är att undervisa andra i en organisation om strategi och att säga nej. En strategi lämnar val om vad som inte ska göras. Essensen i strategi är att välja vad man inte ska göra. Med operationell effektivitet kan man utföra liknande aktiviteter bättre än vad konkurrenterna kan göra. Med strategisk positionering menas att utföra olika aktiviteter jämfört med konkurrenterna eller utföra liknande aktiviteter men på olika sätt. En konkurrenskraftig strategi handlar om att vara annorlunda. Det innebär att välja annorlunda aktiviteter för att leverera en unik mix av värde. Ju mer benchmarking företaget gör desto mer lika blir företagen. Ständig förbättring leder till imitation och likformighet. Att välja en unik position är dock inte tillräckligt för att garantera ihållande fördelar. Management talar idag ofta om "kärnkompetens", "kritiska" resurser och "nyckel" framgångsfaktorer men riskerar missa att se till helheter. Fit är en mer central konkurrensfördel än de flesta inser. Fit låser ute imitatorer genom att skapa en kedja som är lika stark som dess starkaste länk. En framgångsrik strategi handlar om att göra många saker bra – och inte bara ett fåtal. Om det inte finns fit mellan aktiviteter, finns inte en distinkt strategi och liten hållbarhet (sustainability).

6.5 Resurser och kompetens för teknisk utveckling

Enligt Iansiti (1995) är utveckling av "frames of reference" det fundamentala för lärandet och teknologisk utveckling i en R&D-organisation. Produkter ska inte tänkas som en aggregation av komponenter utan ett integrerat resultat av komplexa system av kunskap. Utvecklingen av detta kunskapssystem kan och ska ledas proaktivt genom processer av teknologisk integration. När produktkraven utvecklas bör R&D-organisationer specificera riktningen på sina utvecklingsaktiviteter. Rollen är att bli arkitekt av organisationens kunskapsbas och skapa en god grund för utveckling av produktutvecklingsaktiviteter. Generaliserat kan man säga att den kritiska faktorn är att hantera strukturen för hela kunskapsbasen för utveckling.

Att endast fästa vikt vid kärnkompetens och vertikal dis-integration strategier vilka vilar på statiska ekonomiska faktorer och rekommendera outsourcing är inte relevant (Prencipe, 1997). Detta kan skada ett företags kapacitet för förändringsgenerering och möjligheten att hantera den dynamiska utvecklingen av produktsystem. Att använda begreppet kärnkompetens kan vara förödande. Ett företag idag fokuserar inte bara på ett fåtal teknologier. Många företag är multiteknologiska (Granstrand och Sjölander, 1990). Det är bättre att tala om teknologisk profil. Definitionen av kärnkompetens är svår, näst intill omöjlig. Reglerna för konkurrens förändras över tid. Teknologisk kunskap är kontextberoende. Om teknologier kontrakteras ut förlorar man ett kontext för lärande. Kontext behövs för att generera kunskap.

Partnerskap är strategi och ledningen behöver fråga sig om den tekniska infrastrukturen som finns är rätt för att påverka och hantera den typ av strategiska allianser som man avser (Konsynski and McFarlan, 1990). En väsentlig fråga blir kombinerandet av interna och externa utvecklingsresurser.

6.6 Kunskap om utveckling

Enligt Tushman och Rosenkopf (1992) behandlas teknologi antingen som en svart box, som en kontextuell faktor eller som ett resultat av stokastiska processer drivna av oförutsägbara individuella genier. Syftet med deras artikel är att komma in i den svarta lådan av teknologisk förändring. Denna approach till teknologisk förändring föreslår att

teknologisk utveckling (evolution) drivs av en kombination av tekniska, ekonomiska, sociala, politiska och organisatoriska processer och som sådana förtjänar mer sammanhängande uppmärksamhet från organisationsforskare.

Det är interaktionen mellan teknologiska val i en organisation och organisations dynamik som skapar det faktiska teknologiska framåtskridandet. De menar att ju större en produkts tekniska osäkerhet är ju större betydelse har icke-teknologiska faktorer i en produkts utveckling (Tushman och Rosenkopf, 1992).

Flera forskare har visat att produktutveckling i en omgivning som genomgår teknologisk förändring frekvent misslyckas, även i väletablerade och sofistikerade organisationer. Iansiti (1995) menar att effektiv ledning av teknologisk utveckling i en sådan omgivning är grunden för ett antal färdigheter och rutiner som lägger grunden för vad vi kallar den teknologiska integrationsprocessen.

Det senaste åren har det skrivits en hel del om "knowledge" (Nonaka och Takeuchi, 1995; Davenport m.fl., 1996; Davenport och Prusak, 1998; Hansen m.fl., 1999). Allt detta skrivande om knowledge - för både företag och länder- hjälper oss inte mycket att förstå hur kunskap skapas enligt Nonaka och Takeuchi (1995). Davenport m.fl. (1996) påpekar att om målet är att förbättra skapandet av kunskap kan designstrategin innebära att förändra enhetens kunskap, bestämma var och med vilka människor arbetar och/eller hitta teknologiska möjliggörare. Leonard – Barton (1992) skiljer på fyra dimensioner vad gäller "knowledge".

- 1) Den anställdes kunskap och skicklighet
- 2) Kunskap inbäddade i tekniska system

Processen kunskapsskapande och kontroll påverkas av

- 3) Ledningssystem
- 4) Värderingar och normer associerade med de olika kunskapsformerna.

Inom managementlitteraturen är den fjärde dimensionen vanligtvis separerad från de andra eller ignorerad. En förståelse för värderingar och normer är kritisk för att hantera både utveckling av ny produkt/process och kärnförmåga. Samma värderingar, normer och attityder som stödjer en kärnförmåga och därmed möjliggör utveckling kan också hindra.

Informationen och procedurer inbäddade i tekniska system som datorprogram är relativt sett viktigare för kreditkortsföretag än ingenjörskonsultföretaget, eftersom det senare är mer beroende av kunskapsbasen förkroppsligad i individuella anställda. Hansen m.fl. (1999) skiljer på två olika knowledge management strategier, codification strategy och perzonalization strategy. I codification strategy kodifieras och sparas kunskap i databaser, man investerar kraftigt i informationsteknologi. Återanvändning av kodifierad kunskap är viktigt då samma typ av problem återkommer om och om igen. Vad avser perzonalization strategy är kunskap nära kopplat till person som utvecklar den och delar den i huvudsak genom direkt person – till – person kontakt. Att försöka använda båda strategierna på samma gång kan snabbt underminera verksamheten.

6.7 Integration mjuk- och hårdutveckling

Enligt Kodama (1992) är skillnaden mellan att lyckas eller att misslyckas i sin utveckling inte hur mycket ett företag spenderar på forskning och utveckling, utan hur de definierar den. Det finns två möjliga definitioner: antingen kan ett företag investera i R&D som ersätter en äldre generation av teknologi (Breakthrough approach) eller så kan företaget fokusera på kombinerad av existerande teknologier för att skapa hybrid-teknologier (technology fusion). Technology fusion har blivit en viktig strategi för att skapa nya produkter och nya material. Företag som väljer att vila på ett inåtblickande breakthrough strategi, är i framtiden begränsat och i en del fall icke existerande. Breakthrough företag måste förändra sättet att tänka och börja röra sig mot en balans av breakthrough- och fusionsforskning.

Enligt Miller (2000) är det viktigt av konkurrensskäl att tillverkande företag börjar planera nu för koordinering av hård och mjukvaruutveckling i sina produkter istället för att bedriva dessa två processer separat. Mycket av forskningen inom mjuk utveckling har fokuserat på utveckling av metoder, tekniker (exempelvis objektorienterad programmering) och användandet av teknologi till att stödja utvecklingsprocessen (exempelvis CASE verktyg). Forskare inom mjuk utveckling har fokuserat på strukturerade processer och användandet av teknologier för att snabba upp processer eller med andra ord interaktionen längs process/ teknologidimensionen (Nambisan och Wilemon, 2000). Mjuk utveckling har till stor del haft en ingenjörorientering. Litteraturen inom hård utveckling däremot har fokuserat på organisatoriska frågor associerade med utvecklingsprocessen (till exempel teamwork management, organization design och cross-functional integration). Forskningens fokus inom hård utveckling har i princip varit inom området växelverkan mellan människa och den process som är involverad i de olika faserna.

Hård och mjuk utveckling delar flera likheter och kommer att möta många liknande utmaningar. Trots likheterna, har dessa områden utvecklats relativt oberoende av varandra, var och en betonar olika aspekter av utvecklingen. De liknande problem som de två områdena har och deras olika fokus inom forskning indikerar behovet av att lära från varandra. Det intressanta är gränssnittet mellan hård och mjuk utveckling och inom detta område finns mycket lite forskning.

Det är uppenbart att dokumenterade kunskaper om processer för mjuk utveckling är ganska för att inte säga mycket begränsade i jämförelse med kunskaper om hård produktutveckling. Ännu mindre eller nästan obefintliga är studier av integrerad hård och mjuk utveckling. Det enda egentliga undantaget vi kunnat finna är en artikel av Rauscher och Smith (1995) med titeln "Time-Driven Development of Software in Manufactured Goods" Men detta område är mycket väsentligt, inte minst för traditionell svensk industri.

En rad problem kopplade till de olika karaktärerna i de olika utvecklingarna uppstår. Ett problem ligger i de olika hastigheter med vilken utvecklingen bedrivs. Den mjuka utvecklingen bedrivs ofta med mycket högre hastighet men den måste ändå komma igång samtidigt med den hårda för att möjligheterna skall tas till vara. Ett andra problem rör skillnaderna i ledtider. Den mjuka utvecklingen och dess teknologiska omvärld rör sig med en relativt mycket hög hastighet. Detta tvingar till designförändringar vilket i sin tur påverkar den hårda utvecklingen. De två utvecklingarna sker dessutom ofta i

mycket olika ingenjörs kulturer. Värderingar och synsätt skiljer mycket kring t.ex. vad som är en färdig produkt. De olika professionerna talar inte heller samma språk. Sist men inte minst har de olika professionernas individer ofta olika organisations-tillhörigheter. Ledarstil, kommunikationsmönster och geografisk placering är några saker som kan skilja.

6.8 Process- och organisationsutveckling

Litteraturen om process- och organisationsutveckling är omfattande för teknisk utveckling. Vår uppfattning är att man bör se på produkt och process integrerat även om en IT-produkt som affärsidé inte behöver innebära större användning av IT i verksamheten (Johannesson och Kempinsky, 2000). CoPS innebär inte bara innovation på en produktnivå utan också på en process- och organisatorisk nivå (Hobday, 2000). Design och produktion involverar många kunskapsintensiva, icke-rutin uppgifter och beslutsfattande under osäkra förhållanden och risk. Idag talas alltmer om det integrerade begreppet produktframtagning.

Det är inte produkten själv som är viktig utan produktfunktion och ”brand” (Karlsson, 2000). Företagen rör sig från produktnivå till nivån att sälja funktioner och skapa kundvärde. Med funktion menas vad produkten gör för kunden i dennes verksamhet. Det omfattar produkt plus produktstöd där produktstöd kan innebära information och tjänster som exempelvis underhåll, service och återvinning. Det talas vidare om produktframtagningsprocessen som omfattar inte bara produktutveckling utan också produktion och funktion.

När nya processer eller nya datorbaserade verktyg införs i ett industriföretag är syftet naturligtvis att förbättra produktkvalitet, minska ledtider och göra organisationen mer effektiv. Inom managementlitteraturen finns idéer och modeller för hur man kan uppnå lyckade förändringar. Litteraturen är dock oftast okritisk till ny arbetsorganisation och nya datorbaserade verktyg. Verkligheten kan vara en annan. Lovén (1999) visar att förändringarna inte blev så omfattande som ledningen trott. Den nya tekniken hade inte implementerats på ett bra sätt och metoder saknades för att hantera kompetens. Förändringarna krävde stora resurser från organisationens befintliga verksamhet, vilket man inte tagit med i beräkningen. Davenport (1993) menar att det oftast inte finns någon metodologi för att använda IT och företagen tänker inte på att IT i sig inte kan förändra processer. Innovationer förväntas underlätta rutiner och vara arbetsbesparande men samtidigt erbjuder innovationer nya möjligheter och nya arbetsuppgifter som tidigare aldrig efterfrågats. Kunskap blir tillgänglig via IT vilket leder till att kunskap och kunskapsförmedling får andra förutsättningar.

Det finns mycket skrivet om *projekt och projektledning* i allmänna ordalag men relativt lite om hur man ska hantera IT-intensiva projekt i tillverkningsindustrins produkter och processer. Hobday (1998) menar att det är endast nyligen projektledningslitteraturen har börjat att isolera skillnader mellan olika typer av projekt. Uppgiften att förstå, leda och förbättra software fortsätter att utgöra stora svårigheter i CoPS (Hobday och Brady, 2000). Enligt Hobday (2000) är systemintegration och projektledning kritiska faktorer i produktionseffektivitet. Projekt är en temporär organisationsform. Den projektbaserade organisationen är i sig flexibel i kontrast till det anti-innovation bias som oftast uppstår i stora integrerade hierarkiska organisationer. Innovationsforskare argumenterar för att

projekt och projektledning är framtidsvägen i globala affärer. Det är helt säkert att anta att när marknaden förändras, risk och osäkerhet ökar, kommer projektformen att öka i betydelse. Det är troligen klokt att inte göra en skarp distinktion mellan produkt och projekt vid utvärdering (Hobday, 1998). De två CoPS-särdragen är att de är väldigt beroende av varandra, produkten skapar naturen och kvaliteten på projektet och vice versa.

7 Resultat från fältstudier

Nedan följer delar av de resultat som framkom ur intervjuerna. Områden som behandlas är IT i produkter och processer, hot och möjligheter, teknisk utveckling och innovationssystem samt visioner. Vi har valt att i rapporten klippa in konkreta formuleringar och citat på vad som sägs inom verkstadsföretagen. Syftet med intervjuerna har varit att skapa en förståelse för verkstadsföretagens situation samt generera idéer och hypoteser mer än att finna generaliserbara resultat.

7.1 IT i produkter - funktion

Respondenterna talar om IT i företagets produkter allt ifrån fordonskomponenter via motorer, intelligenta kylskåp/hem, lättserverade truckar och robotar till obemannade flygplan. Smarta motorer kommer att kunna reglera sig själva i framtiden. Framtidens kylskåp kan känna av om maten är slut. Man kan få inspiration och matförslag ifrån kylskåpets display. Det intelligenta hemmet kan innebära en mängd olika möjligheter. Larmet går om ingen rör sig och om spisen inte är avstängd. Vidare kan man programmera huset så att "hantverkare" kan vistas på vissa ställen i huset. Om sonen i huset har glömt nyckeln kan han ringa föräldrarna som via mobilen kan se sonen stå vid dörren. De kan öppna dörren och släppa in honom fast de sitter på arbetet. Truckarna kan med hjälp av Internet eller mobiltelefonen bli mer intelligenta. Genom att lagra en mängd information om trucken kan den i framtiden bli mer lättserverad. Flyplansplattformar går mot större grad av informationsvolym och större grad av autonomi exempelvis UAV (obemannade farkoster). Industriell IT i alla produkter ska passa ihop. Produkten är "connected". I framtiden avser företagen att sälja funktion istället för produkter. Hur en av respondenterna såg på begreppet funktion ses i figur 7.1.

7.2 IT i processer- produktframtagning

Företagen utvecklar informationsteknik för såväl affärs-, marknads- som produktutveckling. Ett företag menade att IT inom processer och speciellt inom produktion är vedertaget sedan tjugo år tillbaka. Det är knappt någon produktionsprocess som inte har IT. Det är snarare så att man ser en viss återgång inom produktion. En respondent uttryckte det på följande sätt.

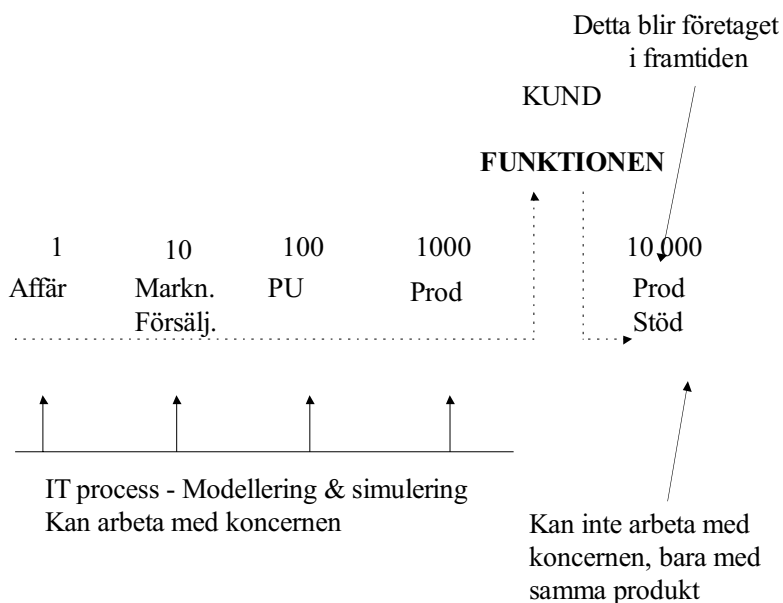
"I tillverkningsprocessen har vi låg grad av automation, relativt låg. Anledningen är att mycket av arbetet inte blir lika flexibelt. IT kräver sällan färre personer. Vi har inga planer på högre automatisering. Vi ser en återgång. Nu ersätter vi inte med ny teknologi. De automatiska truckarna stänger vi av idag. Det kostar för mycket att optimera nya transportslingor m.m. Vi använder manuella truckar och människor. Vi är inne i en fas där vi lokalt tar ett steg tillbaka. För många år sedan var vi IT-intensiva."

Simulering och modellering anses av företagen bli allt viktigare. Listan på exempel som företagen nämner är lång; simulering av funktionalitet, allt inom produktion, hur produkten kan användas, produktsystem, underhåll och produktstödsystem. Vidare nämns modellering och simulering i de tidiga konceptfaserna, beläggning, ergonomisimuleringar och robotsimuleringar. Ett företag hade använt simulering för att handla upp ett måleri. Simuleringen visade att det endast behövdes två målerier istället

för de tre som man planerat för. Trots denna inbesparing visade det sig svårt räkna hem licenser för simuleringssystemet, nedlagd tid, utbildningskostnader osv.

”Vi utför omfattande modellering och simulering för att simulera produkten. Produkten kan simuleras i en virtuell värld, liksom simulering av produktionssystem, underhåll och produktstödsystemet. Vi har arbetat många år med modellkonceptet, sedan 1983-84. Det har växt in i fler och fler områden. Det kommer vi att fortsätta med. Ingenjörer ansvarar för produktutveckling och kan skaffa sig en modell av sitt system på ett så tidigt stadium som möjligt för att simulera prestanda och beteende. Man kan ändra tidigt innan produktion. IT behövs för att realisera matematiska modeller och fysik. Efterhand som IT blir mer och mer moget, datorerna får bättre prestanda och modellerna blir bättre – då kan man integrera fler och fler områden, både i produkten (systemhierarki och livscykel) och processen att ta fram.”

Processrelaterade frågor kan man arbeta med inom en koncern i motsats till IT i produkter. Om man tittar på processteknologierna så är de ungefär desamma över hela koncernen, exempelvis CAD, beräkningssystem och databaser menade en av respondenterna. IT i produkter skiljer väldigt mycket. Företaget kommer att själv uppgradera och ansvara för IT i hela produktlivscykeln. Produktstöd kommer att bli företagets framtid. En produkt kommer inte att var dyr att köpa men att använda, se figur nedan.



Figur 7.1. En av respondenternas syn på IT och funktion (funktion=produkt+produktstöd).

Integration av delsystem från partners/underleverantörer kommer att bli alltmer viktigt. Inom ett av företagen hade man talat om webbförsäljning men återförsäljare hade reagerat kraftigt. Vidare hade man beslutat att säga nej till utveckling av PDM (Product Data Management). Andra företag har arbetat med PDM under ett antal år.

7.3 Hot och möjligheter

Det finns många möjligheter med IT. Med hjälp av IT kan företagen bättre tillfredsställa sina kunders behov. Beräkningar som tidigare tog två månader tar nu tio minuter.

Tillverkningsföretagen har uppnått en kraftig utveckling tack vare IT-system men respondenterna nämner också ett antal hot. I svaren kan nedanstående kategorier av områden för hot ses; behovet av att se IT-process- människa integrerat, informations-teknologin i sig, IT-kunskap och kunskapsförsörjning.

Viktigt att se IT-process-människa integrerat

Många IT-projekt är kostsamma och tar längre tid än beräknat mycket på grund av att det är arbetsprocesser och kunskap som måste ändras. Att bara automatisera nuvarande arbetssätt är ett stort hot anser företagen. Det är viktigt att även tänka på att ändra processerna och att få IT och människor att fungera. Trots informations- och kommunikationsteknologin är det viktigt med en matchning av systemarkitektur och fysisk lokalisering. Dessutom måste både personal och system lyftas upp till samma nivå. Konstruktörer och tekniker inom bl. a. hållfasthetslära måste arbeta i samma system (typ av system) annars blir det transformeringar mellan individer. Tekniken är ofta mogen, men problem finns snarare i management.

Informationsteknologin omogen

IT i sig innehåller flera problem. Ett är att IT och dess software fortfarande är fullt med buggar och instabilitet. Idag är inte alla system (t ex CAD-system) kompatibla. Det tar mycket tid för överföringar. Mycket tid går åt till att lösa programtekniska saker. Ett annat problem är att varje leverantör låser in sig i IT-standards. Resultatet blir en hög kostnad för kunden. Det är olyckligt att få inlåst teknik, man måste t.ex. serva produkten på speciella ställen. En vision är att få en högre grad av standardisering åtminstone vad avser gränssnitt och då helst globalt. Ett av företagen skulle gärna se ett standardiseringsinstitut. Integrationen blir högre och djupare över gränserna mellan arbete, hem, leverantörer och kunder, dvs. tidigare gränssnitt gäller inte längre.

IT-kunskap och kunskapsförsörjning

Enligt de studerande företagen har kompetensen och förmågan att använda datorer ökat drastiskt. Företagen uttrycker ändå en oro att inte hänga med omgivningen och de orkar inte riktigt med att vara duktiga IT-inköpare. Man hinner inte med att skaffa den kompetens som krävs. Branschen hinner inte med att skapa standards. På ett av företagen hade man ett system som leverantörerna hade svårt att supporta. Generellt kan man säga att det finns en brist på IT-kunskap och kunskapen måste i stor utsträckning öka utifrån det traditionella verkstadsföretagets perspektiv. Nu måste de i för hög grad använda sig av IT-leverantörer vilket gör att de känner att de förlorar kontrollen. Vid outsourcing är de ännu mer i händerna på experter. Ett företag hade valt att bilda ett eget IT-bolag i bolaget för att ha kontroll. Ett annat hot som företagen uttryckt är att ha övertro till informationsteknologin och glömma människorna. Ett ytterligare hot som en av respondenterna nämner är att de har system från tidigt 60-tal som lever. Dessa system har egen- och vidareutvecklats och personer med kompetens om systemen går snart i pension.

7.4 Teknisk utveckling och innovationssystem

Utveckling men också avveckling

På ett av företagen hade få lönsamma ”innovationer” tagits fram i den ordinarie utvecklingsprocessen på företaget. Däremot utvecklades de i ett nyligen bildat utbrutet

bolag, "IT i ordinarie produkter". Inom detta område spås idag en stor potential. På ett annat företag menade man att skicka ut idéer på remiss är det farligaste som finns, experter blir utmanade och idén blir dödad. Man måste ha en strategi och identifiera hindren. Det är viktigt att fråga sig vem ska bedöma, hjälpa till och föra fram. Följande uttalanden uttrycker olika aspekter på hinder vid utveckling. Hinder kan hindra men också skapa utveckling.

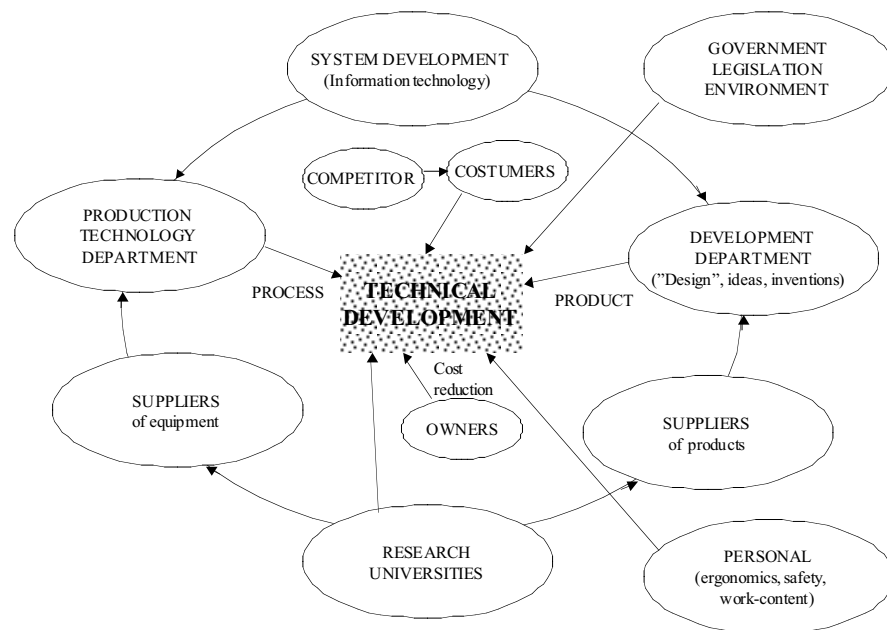
"Resan från idé till produkt. Då är det viktigt att skapa förutsättningarna och ta bort hindren. Man måste ha vetskap om hindren. Hindren kan inte sprängas bort men vi kan gå runt dem. Oftast är de finansiella, oftast mänskliga och pengar. Det är de absolut största orsakerna. Vi gör en blockering. Det kan vara omedvetet/medvetet. Det stod i en artikel att mobiltelefonen skulle man kunna ha i fickan, slog in 10 år senare. Innovationsprocessen såg inte det...Se kombinationen av olika teknologier är svårt. Man måste fråga sig vilka utmaningar vi? Det kan finnas en GURU som känner sig hotad. En ensam kan inte förändra en etablerad verksamhet. Man måste vara en grupp eller vara vid sidan om... Man måste undanröja hindren. Man måste ha insikterna även på systemnivå. Varför har vi starka center, jo individer."

"Teknikbrostiftelsen har haft måttlig framgång. Organisationen har istället blivit ett hinder."

"Ericsson skapar inte trivsel därför har många stigit av och bildat egna företag."

Företagen tänker sällan i innovationssystem utan i individer och relationer

Produktutveckling sker oftast tillsammans med leverantörer och konsulter men innovationer gör man oftast själv enligt respondenterna. På ett av företagen låg 60-70 % av förädlingsvärdet utanför företaget. Det var endast en av respondenterna som kunde beskriva något typ av system inom teknisk utveckling (se figur 7.2).



Figur 7.2. En av respondenterna kunde beskriva ett tekniskt utvecklingssystem.

”Produktutveckling gör vi tillsammans med konsulter, men innovationer gör vi själva. Jag talar om nytänkande, det går inte att lägga ut. Vi lägger ut till konsulter. Vi hämtar grafik från våra ägare. Vi har lagt ut HMI-mässiga saker, det kan inte ingenjörer utföra, användarvänlighet.”

En röd tråd i respondenternas svar när de talar om innovationssystem är individer och relationer och inte system. Följande svar är ett exempel.

”Jag skulle inte gilla bara ”system” utan det är ”tänk” också. Man förstår då bättre hur innovationer har utvecklats. Innovationssystem ändras när tankemönster ändras. Någon ser möjligheterna..... Jag tror att det betyder mycket att man sitter på kaféer eller att företagen byter folk.”

Tillverkningsföretagen i vår studie menar att de har liten koppling till universitet och högskolor och att det finns en stor potential att samverka mer med högskolor och industriinstitut. De uttrycker också att de vill samarbeta mer med leverantörer. Universitet och högskolor är en viktig rekryteringsbas för tillverkningsindustrin. Men fallföretagen visar också en oro för skolsystemet.

”Jag tror det finns en stor potential att samverka mer med högskolor och industriinstitut, mer än vad man gjort tidigare. Vi har duktiga kunder i näringslivet; Televerket, Ericsson och Vattenfall....Ett exempel på bra arbetsform är när någon ingenjör på företaget är forskningsledare och forskarna gör jobbet. SSF har utvecklat inom produktutveckling. ENDREA har betytt mycket för verkstadsindustrins kunskapsutveckling. ”

”För framtiden borde vi hitta underleverantörernas kreativitet bättre. Ett av delmålen.”

”Vi är inte så bra som bilindustrin att utnyttja leverantörerna i utveckling. Vi måste hitta starkare leverantörsrelationer.”

Globaliseringen innebär att rollerna förändras. De globala företagen spänner över många olika länder. Många företag är inte längre ”det stora företaget” utan underleverantör åt ett större företag i världen.

”Sverige globaliseras, vi måste hitta andra koncept. För Sverige är det viktigt att vänja sig att inte vara den stora OME-firman. Vi måste hitta en nisch och vara där. Förhoppningen är att vi kan leverera samma system till flera integratörer. Vi ska bli bra på delsystem.”

”Här ser jag ett stort problem som underleverantör till företag A. Det får inte vara så att alla underleverantörer behöver använda ett system, det är ofta ett bivillkor och man blir bunden. Så var det nu sist, då var vi tvungna att använda deras CAD-system. En komplex teknisk fråga.”

Respondenterna understryker att det måste finnas ett vinna-vinna förhållande för att nätverk ska fungera men också att avståndet har betydelse för samarbete.

”IT killarna sitter för långt bort. Blir det mer än 50 m fungerar det inte. Det måste vara ett vinna-vinna förhållande för att nätverk ska fungera. Informationsteknologin hjälper inte. Det måste finnas en vinna-vinna beroende ställning. Något unikt. ”

”De som kommunicerar mycket måste sitta bredvid varandra. Det är viktigt med en matchning av arkitektur och hur man sitter. För att man ska kunna kommunicera effektivt måste man sitta nära... Vad man än gör är kopplingen till ledarskaps- och managementfrågorna viktiga. Det finns en relation till det tekniska systemets arkitektur och frigörandet av innovationskrafter. Struktur underlättar kommunikation. Idag blir det kreativa lösningar. Man skickar information fram och tillbaka och upp/ned, när det egentligen är två personer som ska kommunicera... Sitta ihop är ett viktigt element. Olika kulturer arbetar ihop. Där finns en stor potential. Det kan man se på utländska universitet. Många olika nationaliteter också internt i en organisation... När man utvecklar en produkt behöver man träffas med jämna mellanrum. Kommunikation IT, telefon, video finns, men utan att träffas är det svårt.”

”Frågor har kommit varför vi inte öppnar ett design centrum i England? Vi litar inte på det. Det måste till en annan process samtidigt. Mötet är viktigt, nu träffas vi informellt exempelvis en lunch och ritar ned några idéer på en servett.”

Företagen behöver också bli mer progressiva och lära mer av omgivningen t.ex. genom att fånga upp idéer från leverantörer. En annan aspekt på innovationssystem är behovet av att skydda innovationerna för att inte konkurrenterna skall kunna göra affärer på företagens idéer.

IT branschen anses vara omogen och på leverantörssidan är inte kompetensen tillräcklig. En ”demonstrator” kan vara något för att visa nya koncept och hitta de rätta rollerna. Val av IT system kan bli konfliktfyllt, då alla i företagsenheter som ingår i ett nätverk ska använda samma system. Det kan bli motstånd då de olika enheterna byggt upp egen kompetens.

Respondenterna uttryckte att innovationer kom till genom tillfälligheter och tur.

”Företagsinnovationssystem verkar vara tillfälligheter. XXX tänkte man ju lägga ned. Innovationer har kommit i samarbete med kompetenta beställare. I och med globaliseringen tappar vi kompetenta beställare (storföretagen).”

”Man råkar få tvärvetenskaplighet. Man förstår varandras problem och tillsammans blir man starka. Det kan endast ske då två grupper sitter ihop, lite tur. Tur att de träffas. Det går att ”demanda” en del.”

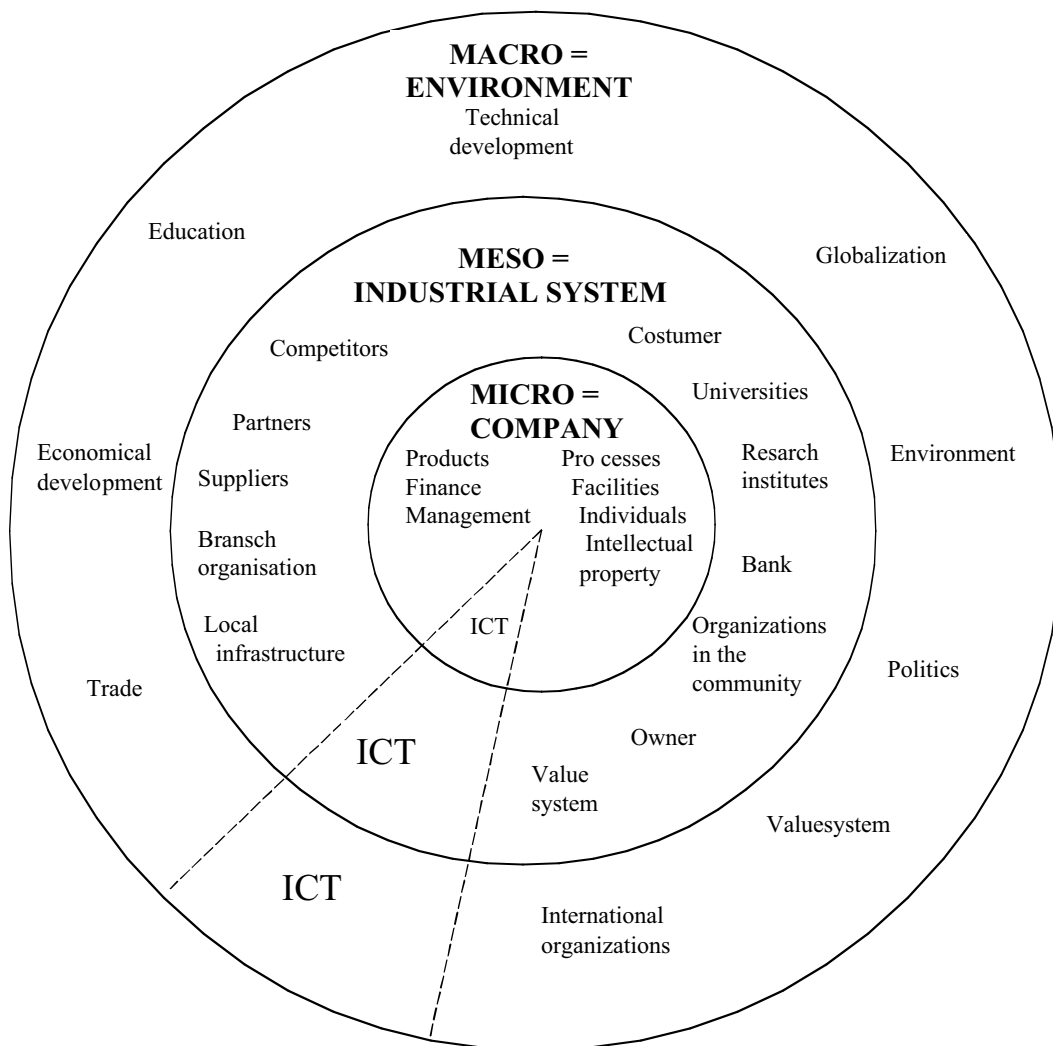
7.5 Visioner

Respondenterna hade svårt att svara på frågan angående visioner om informationsteknologin i produktutveckling och processutveckling om 5-10 år. En av respondenterna menade att det som finns idag höll forskarna på med för tio år sedan. Det nya idag är inte brett implementerat förrän om tio år. Ett antal synpunkter som framkom var följande.

- Produktframtagning, jag tror att det finns en stor potential där. Både innovationssystemet, hitta nya lösningar kombinera tillverkningstekniken och IT. Där finns det väldigt mycket kvar att göra. FF-tekniken (friforms framställning). Man skulle kunna tänka sig att producera direkt, ett upplägg från CAD till NC-tillverkning. Om man fick upp mognaden kan man ta steget ut, utan verktyg direkt till produktionen. Demonstratorprojektet går ut på att hitta radikala nya grepp, förkorta och effektivisera. Kan vi komma bort ifrån verktyg och ritningar. Tekniken är mogen men man måste ställa om management. *Varför ska man ta ut information från ett system och transformera om till ett annat.* Varför ta ut i ett höginformationsläge och gå till ett låginformationsläge.
- Större integration mellan produkter.
- Närmare integration med underleverantörer. Vi kanske fyller på deras lager och butiker direkt. Det kommer att kräva IT stöd.
- IT system utan tekniska problem. Man kan arbeta till 100 % med vad de är avsedda för. Exempelvis FEM-analys, kommer dit utan en massa handgrepp. Simulering slipper brottas med modellerna.
- Vi har kopplat upp oss med underleverantörerna och vi kan prata on-line.
- Interaktiva prov hos kund, vi kan ta hem data från kund utan att han vet om det.
- IT hjälpmedel som kommer exempelvis Blue thooth.
- Trucken inte bara ett arbetsredskap utan att den samspelar med omgivningen.
- En högre grad av standardisering. Standardiseringsinstitut.
- Graden av integration blir högre och går djupare över gränserna; jobbet, hemmet och leverantörer.
- Vår fysiska närvaro minskar man kan arbeta på distans.
- Man behöver inte hänga med vid varje teknisk nyhet, man måste skapa arbetsro och stabilitet.
- Avancerad detaljplanering skulle vi kunna ha nytta av.

8 Analys och syntes

I detta kapitel har en analys av hot och möjligheter för samt styrkor och svagheter i innovationssystemet utförts på makro-, meso- och mikro-nivå. Vi har i nedanstående figur strukturerat analysen i olika faktorer för analys på de tre nivåerna. Varje nivå behandlas kortfattat i form av "statements" i kapitel 8.1 (makro), 8.2 (meso) och 8.3 (mikro)



Figur X. Analysmodell för styrkor/svagheter och hot/möjligheter avseende innovationssystemet - IT i tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap.

Från Karlsson and Lovén, 2001. Innovation system for Information Technology in Manufacturing Companies' Technology Development. The 8th International Product Development Management Conference.

8.1 MAKRONIVÅN

TEKNISK UTVECKLING

Teknisk utveckling ställer i hög takt starkt ökade krav på ”embedded” systems. Teknisk utveckling måste ske i en sorts globalt tekniskt system. Användande av global teknisk kunskap. Vilka funktioner kan åstadkommas genom mjukvara i produkt- och processutveckling.

INFORMATION- OCH KOMMUNIKATIONSTEKNOLOGIN

Sverige har blivit starkt inom IT, speciellt trådlös kommunikation. Vi lockar därmed forskare från andra länder. Vi har bara sett början av IT-utvecklingen. Många tror att teknologierna konvergerar. Vilka blir aktörerna. Ett hot ligger i att Sverige blir beroende av utländska strategiska komponenter.

GLOBALISERING

Konkurrensen ökar starkt för alla företag, stora som små. Utbud av varor och tjänster blir ofta globala. Globaliseringen drivs av informationsteknologin. En konsekvens och effekt blir att företag köps upp av stora nätverk. Det är svårt att klara sig utan att vara med i nätverk. En orosfaktor är att företagen inte har förståelse för vad som driver. Kunskapen om vad globalisering är och hur man ska förhålla sig till den är dålig. I konkurrensen är sådan kunskap väsentlig för att företagen ska kunna överleva.

EKONOMISK UTVECKLING

En lång tid med långsam ekonomisk utveckling kan följa vilket leder till litet investeringsutrymme. Vad händer efter tio års ständigt uppgång? I framtiden kan det bli lättare att hitta IT-kompetenta individer eftersom IT-branschen har upplevt sin guldålder. Vid ekonomisk nedgång kan tillverkningsindustrin ligga bra till och det gäller att förbereda sig nu.

HANDEL

Vi riskerar ökad konkurrens mellan regionala block. Risker när vi blir beroende av strategiska komponenter från andra politiska block. I Sverige har vi många hemmamarknadsföretag. Företagen måste vara där ute, extremt när det gäller motköp. Sverige har stor exportandel vilket gör att det finns en vana att vara på andra ställen.

MILJÖ

Sverige är ett ledande land inom miljöutveckling. Ökade krav på både produkter och processer. Funktionsförsäljning och cirkulära produktionssystem blir möjligare med IT-integration. Krav på lägre energiförbrukning i användning av produkter. Material och resursanvändning är väsentliga frågor. Denna faktor är inte drivande utan reaktiv, i respondenternas svar finns en frånvaro av kommentarer om miljö.

POLITIK

Otillräckliga satsningar gör att Sveriges försprång eller goda läge kommer att tappas. Politikerna är fokuserade på Europa och europasamarbete, men industrin är fokuserad på samarbete över hela världen.

INTERNATIONELLA ORGAN

Det skulle behövas internationella standards och organisationer som arbetade för det. Det finns ännu mindre standards om hur produkter och delsystem ska kommunicera med varandra, det arkitekтуella.

UTBILDNING

Sverige har ett flertal ledande högskolor inom teknik, ekonomi och medicin. Arbetskraften är välutbildad i allmänhet vilket möjliggör avancerade former av produktion. Utbildningssystemet utbildar relativt få akademiker i Sverige. Det lönar sig inte efter högre utbildning att stanna kvar i Sverige. En annan fråga av vikt är svenska universitets och högskolors förmåga att locka till sig forskare och lärare för samarbete. Forskning och undervisning inom informationsteknologi bedrivs relativt separat på högskolor och universitet. Informationsteknologi kan integreras bättre i utbildningarna för exempelvis maskinteknik.

VÄRDESYSTEM

IT betecknas för mycket som en egen verksamhet och satsningar görs därefter. Tillverkningsindustrins behov av IT blir starkt eftersatt. Det finns en övertro på informationsteknologi och det visar sig i placering av aktier, syn på företag och val av utbildningar. Informationsteknologin i maskiner är det ingen som tänker på. Idag är det modernt att säga att man arbetar med "Knowledge management" vilket i sig är viktigt för utvecklingskunskapen, man ser individen på företaget, vill satsa och utveckla.

8.2 MESONIVÅN

KUNDER

Kunderna ställer allt större krav på att kunna köpa funktioner. Kunderna kan, t.ex. genom sina processer, vara mycket mer IT-kunniga än tillverkningsföretaget. Producentkunder och professionella kunder tar större ansvar för större delar. Kunden kräver att leverantören blir en del av deras processer och produktteknologier, större krav på att arbeta med deras system. (jfr Odette-systemet i bilindustrin). Datakvalitet och användarvänlighet är viktiga uppgifter att lösa i teknisk utveckling.

KONKURRENTER

Många företag har inte kommit särskilt långt men det har ofta inte konkurrenterna heller. Allt oftare ses konkurrenterna som någon som man behöver komma överens med p.g.a. standards om man inte är störst. Det finns ett speciellt behov av att vara unik. Informationsteknologin ger många möjligheter, samma hårdvara kan vara underlag till olika funktioner. Informationsteknologin skapar en annan möjlighet att konkurrera. Konkurrenten handlar inte om den fysiska produkten utan applikationerna, i grunden är produkterna de samma.

PARTNERS

Större krav ställs på att kunna medverka i processer som är integrerade mellan företag. Nätverkstänkandet gör att saker måste göras tillsammans, huvudprocesser och produktionsprocesser måste delas mellan varandra. Man måste arbeta i samma CAD-system. Plattformfilosofin integrerar företagsenheter och kund-leverantör. Man tvingas in i processer. Tekniska konsulter måste arbeta i storföretagens CAD-system.

Informationsteknologin kan göra så att en stor del av utvecklingskunskapen kan tas tillvara mellan organisationsenheter i samverkan.

LEVERANTÖRER

I Sverige finns ett utvecklat system av underleverantörer i olika branscher exempelvis fordons-, elektronik- och vitvaruindustrin. Leverantörer av IT-system har ofta ett övertag mot tillverkningsföretaget. Tillverkningsindustriföretagen är i händerna på IT-konsultföretagen. IT-leverantörer har kunskapsövertag medan underleverantörer har systemundertag. Företagen måste använda kundens system och det kan bli fler. Intermediära aktörer tolkar och översätter språket mellan leverantörer och storföretaget.

MELLANORGANISATORISKA INFORMATIONSSYSTEM

IT-kunniga på företagen kommer att bli tvingade att öka sin kunskap om det globala samhället, olika kulturer, språk och tekniknivå i olika länder.

ÄGARE

Beredskap att göra stora satsningar på tillverkningsföretagen kan komma att vara i fara. Andra branscher är intressantare. Nyare områden som bioteknik rörer större intresse än att satsa i tillverkningsindustrin. Eget kapital för verkstadsindustrin kommer inte att bli det lättaste i framtiden. Ägarkraften är idag för dålig och Sverige har inte många handlingskraftiga ägare längre. Hur ska korsbefruktningen komma till mellan informationsteknologiföretagen och tillverkningsföretagen? Storföretagen har central forskning vilket inte småföretagen har.

STAT OCH KOMMUN

Verkstadsindustrin har ett stort antal anställda och det finns goda möjligheter att utveckla. Kommunalpolitiskt ser det väldigt olika ut för företagen. Det finns stor vilja att satsa på utveckling av IT-kunskap. Men det finns för litet intresse och för liten förståelse för att framtiden finns i verkstadsindustrin. Det görs för lite satsningar vad gäller IT i traditionell industri. Satsningarna gäller IT i sig själv, Telecom, mobilt internt etc. Satsningarna handlar inte om hur informationsteknologin kan användas i tillverkningsindustrin. Sektorn får stå tillbaka för nyare branscher. Att tillverkning innebär företagsamhet med många anställda kan dock vara positivt.

LOKAL INFRASTRUKTUR

Många kommuner lockar till sig och får företag att etablera sig. Små och medelstora företag kan behöva mycket stöd och hjälp. Möjligheterna till samarbete finns, vilket vi inte sett så mycket av. Det finns ett stort behov av att informationsteknologisk hjälp finns på plats. Det finns ett behov av nätverk. När företaget inte har egen kunskap är det svårt att köpa in informationsteknologi. IT-konsulterna talar inte det lilla/ medelstora företagens språk.

SAMHÄLLELIGA ORGANISATIONER

Inrättade organ för stöd känns som om de var till föga nytta. Kontaktas med tveksamhet. Det är inte lätt att tala med organisationer som helst talar om att stödja processer, innovationsprocesser. Det lilla företaget är intresserat av hur man stödjer innovationen. Organisationer som ska stödja företagen riskerar att bli mer hinder än stöd. Det finns exempel på värdefulla insatser och det är när företagen får konkreta stöd till specifika

projekt. Ett orosmoln är de nya forskningsfinansiärernas omorganisation, kommer tillverkningsindustrin att få det stöd som de fått tidigare.

HÖGSKOLOR

Utbildningen är otillräcklig för kommande behov. De utexaminerade går oftast till andra företag än tillverkningsföretag. Samarbeten sker i förvånande liten utsträckning. Det kan ske mer samarbete över disciplingränserna. Universitet och högskolor är inte organiserade för problemställningen informationsteknologin i tillverkningsindustrin.

BRANSCHORGANISATIONER/ FORSKNING SINSTITUT

Ganska små insatser. Branschorganisationer bearbetar dessa frågor på relativt teknisk nivå. Insatser finns på produktionsteknisk nivå och frågeställningar på systemnivå.

BANKER/FINANSIERINGSINSTITUT

Finansiering av utvecklingen kan bli problem när kapitalbehovet blir mycket stort. Produktkomplexitet och funktion kostar väldigt mycket och det är svårt att få loss de pengarna. Större företag i omvärlden har inte detta problem. Produkterna och processerna kommer att kräva kapital. Plattformsutvecklingen är både ett hot och en möjlighet, relativt dyr. Svenska företag har för litet kapital.

VÄRDESYSTEM

Branschbegreppet är ett problem i sig. Program är på branschnivå. Disciplinära kulturmixar och internationella kulturer som möts är andra problemområden. IT-branschens kultur och den i tillverkningsindustrin är olika. En styrka i Sverige är att det idag är helt naturligt att samarbeta mellan universiteten och industrin. Värdesystemet har utvecklats mot industriell utveckling, lönsamhet på kort sikt. Synen på industriella system och industriell utveckling i samhället har gått från kritisk till positiv. Positiva värderingar kring företag och tillväxt. Nya branscher förknippas med tillväxt och gamla med "värdeföretag".

8.3 MIKRONIVÅN (Företag och individ)

FINANSER

Utveckling av IT kan komma att kräva pengar som inte finns. IT-utvecklingen kan skynda på uppköp och sammanslagningar. Många svenska företag är små i sina branscher, det finns inte riktigt stora företag. Verkstadsföretagen har små börsvärden jämfört med IT-företagen. IT våldsamt värderat jämfört med verkstadsindustrin. Det borde vara naturligt att ett verkstadsföretag kunde köpa upp ett IT företag för att integreras i produktfunktionen, men så är det inte, snarare tvärt om.

FACILITIES

Anläggningar kan behöva byggas om oftare och göras betydligt flexibla. Behovet av att erbjuda många varianter på produkter ställer stora krav. Nya produkter och ny fabrik behöver utvecklas på samma gång. När produktfunktionen läggs i mjukvaran och inte i hårdvaran kan anläggningar bli mer gemensamma. Mycket outsourcas och till slut också slutmontering. Produkten byggs av delsystem som ägs av andra vilket leder till att system måste standardiseras. Anläggningar, egna och andras, knyts ihop i nätverk.

PRODUKTER

Svenska företag har många komplexa slutprodukter med många ingående teknologier. Integration av teknologier och företag ger bra grund för utveckling av mer komplexa innovationssystem. Framtida utveckling av produktfunktioner fokuseras i allt högre grad till mjukvarudelen. Här finns stora förhoppningar och ett flertal exempel. Man kan åstadkomma produkterna genom att funktionsstyra dem. Produkter med identisk hårdvara men olika mjukvara. Hot vid integration av hård och mjukvara kan uppstå genom kulturkrockar, olika ledtider, olika role-out tillstånd samt olika syn på kvalitet och ständig förbättring. Produkterna blir så pass komplexa att man måste sourca. Produktstrategier bygger på plattformar och derivat i modulsystem med många varianter. Plattformar görs flexibla. Teknologisk upplåsning i produkter och produktionssystem måste undvikas. Företags system utgör andras delsystem.

Produkter kopplas ihop med andra produkter, mobil med Internet, mobil med positionsangivelse GPS och larm med elsystem. Produkter kommunicerar mycket mer med varandra. Produkter integrerar alltmer funktioner. Producentprodukter (processutrustning) blir mer intelligenta och kommunicerar. Friformsframställning genom IT-styrning och skapandet av produkter i nya material. Ökad användning av demonstratorer eftersom komplexa produkter blir för dyra och svåra att prova. Prototyper och mock-up underlättar då produkten är komplicerad.

PROCESSER

Processutvecklingen hamnar till större del utanför tillverkningsföretaget. Processutveckling handlar alltmer om att koppla delarna i en virtuell fabrik mellan organisationer som tillhör olika strukturer och kulturer. Kommunikationen måste stämma. Processer blir mycket flexibla. Maskinerna kan kommunicera och kan ingå i ett större system, oberoende av var de står fysiskt. Simulering är ett externt tvång även om man har svårt att räkna hem. Företagen kan bygga alla produktmodeller i samma fabrik. Företaget får ökad kontroll över processerna. Med hjälp av simulering kan man kontrollera mer innan man bygger fysiskt.

Ihopkoppling och beroenden är nyckelbegrepp. Fysiska distanser försvinner i betydelse. Arbetsorganisation och människa-maskin interaktion kan simuleras. Måste avancerade tekniska lösningar ha kvalificerade människor? Blir det polarisering av anställda, kassettladdare respektive kvalificerade systemoperatörer? Den tysta kunskapen hamnar utanför organisationerna? Leverantörer integrerar kunskapen hos sig.

MANAGEMENT

Ledningsresurser speciellt i mindre och medelstora företag blir otillräckliga för att hantera utvecklingens omfattning och takt. Det är för många och svåra frågor. Många företag riskerar att hamna på efterkälken. Företagen hinner inte utveckla kunskapen i den takt som behövs. Management ofta bara kunnig inom traditionell tillverkningsindustri och inte inom mjukutveckling. Finns inte organisationsformer för integrering av hård/mjuk utveckling. Utvecklingshastigheten är mycket hög och managementsystemen är inte gjorda för den hastigheten, många lever i plansystemet. Industriföretagens värdesystem håller inte; långa ledtider och konservativ syn. Mycket fokusering på aktieägarvärde och externa frågor leder till försummelse vad avser innovationsförmågan.

HUMAN RESOURCES

Sverige är unikt bra på att arbeta i tvärfunktionella grupper över gränser avseende kulturer, funktioner och organisationsnivåer. Detta är positivt för nätverksbyggandet. Utbildningsbehoven är stora och den relevanta kunskapen genomgår allt snabbare förändringar. Personal blir fort ”obsolet”. Kulturkrockar vid samutveckling av hårdvara och mjukvara måste hanteras. Det är svårt rekrytera kompetent IT-personal till tillverkningsföretag men viss förbättring kan skymtas. En risk finns att mekanister inte kan kompetensutvecklas. Den för företagen erforderliga utvecklingskunskapen finns i hög grad externt och i andra kulturer. Dessa individer vänjer sig att arbeta i globala nätverk. De som arbetat med att ta fram de fysiska produkterna är inte samma personer som kommer att fungera som övervakare.

INTELLECTUAL PROPERTY

Svårare att under längre tid skydda produktfunktioner. Den globala konkurrensen gör att förmågan att skydda sig blir svårare. Små företag som inte har patentkunskap och lär sig hantera IPR (Intellectual Property Right) får svårt att överleva.

9 Slutsatser och diskussion

Mötet mellan tillverkningsindustrin och IT-kulturen kommer att i allt högre grad bli en utmaning vid framtagning av nya produkter och processer inom de närmaste fem åren. IT-kulturen är snabb och rörlig men lite omogen. Tillverkningsindustrin är mogen, utbildad i en annan kultur och med annan syn bl.a. på kvalitet. IT-kunskapen är ofta inte så hög inom tillverkningsindustrin och kunskapsförsörjningen är en väsentlig fråga.

En mer övergripande slutsats är att företagen inte är så vana att tänka i termer av innovationssystem eller företagssystem över huvud taget. Synen på vad som utgör företagets aktiviteter är relativt internt orienterad. De industriella nätverkens möjligheter med en dynamisk utveckling och användning av alla potentiella resurser såsom, leverantörer, konsulter, forskningsinstitut, konkurrenter, etc. samt institutionella förutsättningar såsom lagar, förordningar, värdesystem och normer ligger inte nära till hands i den strategiska analysen. Man kan säga att ordet innovationssystem mest leder studiens respondenter till tankar på den interna organisationen. I punktform kan man sammanfatta slutsatserna enligt följande.

Resultaten från empiri har i huvudsak visat att:

- Respondenterna hade olika föreställningar om, brist på eller svårt att konceptualisera innovationssystem.
- Företagens perspektiv var inåt riktade, fokuserade mycket produkter och produktutveckling men inte mycket resten.
- Företagen talade om och såg möjligheter i IT i produkter/processer men vagt om IT i utvecklingskunskapen. Inte mycket knowledge management perspektiv. Svag kunskap om IT-stöd i extern utvecklingskommunikation.
- Liten volym externa resurser och aktiviteter vid innovationer, något mer vid produktutveckling. man blir för lätt beroende av fristående externa organisationer/konsulter som styr beteenden.
- Det är mycket liten integration mellan verkstadsindustrin och IT och dess industri.
- Olika värderingar kring och i mekanisk verkstad och IT. Företagsvärderingar, rekrytering etc.
- Bristande möjligheter för företagen att agera, finansiellt, teknologikompetensmässigt och managementkompetensmässigt.
- Individer stannar i icke integrerade nätverk, olika kulturer/subsamhällen.
- Den potentiella konkurrensfaktorn med IT i produkter och processer ger möjligheter i produktutveckling och processutveckling.

Resultaten ställer följande fråga på sin spets: Finns innovationssystem?

Perspektivet innovationssystem kan alltid läggas men har människor förmågan att göra det?

Resultaten från litteraturstudierna har i huvudsak visat att:

Det finns mycket skrivet om produktmanagement – till stor del inriktat på organisation och ledning av produktutvecklingsprojekt.

Det finns lite om utvecklandet med externa parter (en hel del forskning finns inom supply change management men lite om övrigt)

Mesoforskningen är beskrivande och behandlar föga hur man gör.

Det finns brist på överlapp mellan makro, meso- och mikroforskning.

I sektion 9.1 ges en förteckning och kort beskrivning av ett antal frågeställningar som är särskilt angelägna att i kommande forskningsprojekt studera för att förstå och stärka det här studerade innovationssystemet – IT i tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap. Några förslag till mer direkta insatser lämnas i sektion 9.2.

9.1 Framtida forskningsfrågor

Nedan ges förslag på sex olika forskningsprojekt och tre mer direkta former av insatser för utveckling.

1 Strategier för utveckling med externa parter

Detta projekt ligger inom området ”sourcing”, dvs. val av källor för försörjning av utvecklingsarbete och köpta produkter. Bland väsentliga frågeställningar att täcka är faktorer för val av källor, värdering av effekter av olika sourcingalternativ, beroendeförhållanden och byggande av tillit vid såväl erbjudande som köp av såväl utveckling som hårdvara. Allra centralast torde frågor kring hur man skall värdera och välja alternativ för sourcing vara. Frågan kompliceras ytterligare av att relationer och försörjningsprocesser samtidigt skall planeras för så olika områden som hårdvara och informationsteknologi.

Ett argument för insatser inom detta område är den låga grad av externt utvecklingssamarbete som tillverkande företag har lyckats åstadkomma med externa försörjare av IT-produkter och tjänster.

2 Organisation för utveckling med externa parter

Detta projekt ligger inom området organisation av ”sourcing”, dvs. former för samarbete med källor för försörjning av utvecklingsarbete och köpta produkter. Bland väsentliga frågeställningar att täcka är erforderliga kompetenser för bedrivande av utvecklingsarbete i samarbete med externa källor. Likaså effekter på personal och deras utveckling. Andra väsentliga områden är kommunikationens former och innehåll, bl.a. tillit, samt stödsystem för kommunikation. Ett speciellt fokus finns kring de kulturskillnader som föreligger mellan tillverkningsindustri och IT-industri. Fysisk lokalisering är också en faktor som har väsentlig inverkan på kunskapsöverföringsprocesserna.

Projektet skall bidra med modeller för analys av organisatoriska relationer mellan kundföretag och leverantör för utvecklingsarbete med speciell fokus på externt IT-utvecklingsarbete till tillverkningsindustrin.

3 Integrerad hårdvaru- och mjukvaruutveckling, samverkan mellan värdesystem och utvecklingskulturer

Detta projekt ligger inom området organisation av utvecklingsarbete och fokuserar problem och handlingsalternativ för de speciella förhållanden som uppstår när utveckling av hårdvara och mjukvara skall ske samtidigt och integrerat för att åstadkomma produkter och processer med IT för tillverkningsindustrin. Projektet skall bidra med modeller för analys av organisatoriska förhållanden och beteenden för

utvecklingsarbete med speciell fokus på integrerat mekaniskt/IT-utvecklingsarbete i tillverkningsindustrin.

En rad problem kopplade till de olika karaktärerna i de olika utvecklingarna uppstår. Ett problem ligger i de olika hastigheter med vilken utvecklingen bedrivs. Den mjuka utvecklingen bedrivs ofta med mycket högre hastighet men den måste ändå komma igång samtidigt med den hårda för att möjligheterna skall tas till vara. Ett andra problem rör skillnaderna i ledtider. Den mjuka utvecklingen och dess teknologiska omvärld rör sig med en relativt mycket hög hastighet. Detta tvingar till designförändringar vilket i sin tur påverkar den hårda utvecklingen. De två utvecklingarna sker ofta i mycket olika ingenjörs kulturer. Värderingar och synsätt skiljer kring mycket t.ex. på vad som är en färdig produkt. De olika professionerna talar inte heller samma språk. Sist men inte minst har de olika professionernas individer ofta olika organisationstillhörigheter. Ledarstil, kommunikationsmönster och geografisk placering är några saker som kan skilja.

4 Integrerad hårdvaru- och mjukvaruutveckling, samordning av management-system och processer

Detta projekt ligger inom området organisation av utvecklingsarbete och fokuserar problem och handlingsalternativ för de speciella förhållanden som uppstår när utveckling av hårdvara och mjukvara skall ske samtidigt och integrerat för att åstadkomma produkter och processer med IT för tillverkningsindustrin. Projektet skall bidra med modeller för analys av organisatoriska förhållanden och beteenden för utvecklingsarbete med speciell fokus på integrerat mekaniskt/IT-utvecklingsarbete i tillverkningsindustrin.

Det är inte tillfyllest med en så grov uppdelning som i hård och mjuk utveckling. Inom båda finner vi alternativa former. En väsentlig skillnad föreligger mellan modeller som bygger på klara steg och modeller som har sin grund i en ständig förbättringsfilosofi. Sålunda kan man säga att den s.k. "waterfallmodellen" för tidig softwareutveckling återspeglar stage-gate-processen från den hårda utvecklingen. Alternativet till en sådan "stage-gate"-process kan karaktäriseras med "learn-adapt-processen" för softwareutvecklingen. Ofta finner vi att den hårda utvecklingen bedrivs i modeller som grundar sig på "stage-gate"-perspektiv medan den mjuka utvecklingen blir annorlunda och i varje fall får en "waterfall"-modell men allt oftare blir en "learn-adapt" modell.

En annan skillnad som gärna uppstår mellan hård och mjuk utveckling är i kopplingarna mellan processens "front-end" och "back-end" steg. I den mjuka utvecklingen uppstår gärna helt olika strukturer för informationssystem mellan front-end och back-end aktiviteter. I back-end är informationen starkt distributionskopplad medan den i front-end är mer knuten till interna och externa databaser. Den hårda utvecklingen tenderar inte genomgå samma förändring av kontaktytor för information. Detta leder lätt till frustration kring vad som är projektets utgångspunkter och hur långt man egentligen kommit i processen.

5 Tekniksystemens utveckling och integration

Detta projekt ligger inom området nationella perspektiv på teknisk utveckling inom olika teknikområden och syftar till att studera de olika systemen för tillverkningsteknik och IT utveckling, förstå deras karaktär, identifiera och analysera kontaktytor samt analysera hinder och stöd för integration mellan dem. Projektet skall bidra med modeller för tekniksystemen och beskrivning av hinder för integrerad utveckling.

Argumentet för detta projekt ligger först i den observerade bristen på perspektiv på innovationssystem och behov av att utveckla förståelsen hos olika aktörer för detta perspektiv. Dessutom är naturligtvis ett argument att det ligger en stor potential i att få nationella innovationssystem observerade och satsade på.

6 Aktionsforskning, utveckling av IT i tillverkningsindustrin

Här avses ett antal projekt, mellan ett och tre, som bedrivs i form av aktionsforskning med intresserade företag. Projekten har så kallad klinisk karaktär, dvs. forskarna skall samtidigt hjälpa företagen att utveckla sina arbetsmetoder som kunskap om problemen studeras och dokumenteras.

Projektet/en skall ge konkret hjälp och utveckling i medverkande företag vad avser utvecklingsarbete med speciell fokus på IT-utvecklingsarbete i tillverkningsindustrin. Inriktningen i varje projekt kan vara vilken som helst av de under rubrik 1 – 4 ovan framförda förslagen, eventuellt flera perspektiv parallellt. Denna form av projekt förutsätts finansieras till hälften av medverkande företag eftersom de avser ge samtidig nytta i företaget och generell kunskapsutveckling.

9.1 Andra insatser

Utöver ovan skisserade förslag till framtida forskningsprojekt kan man också se några möjliga mer direkta insatser för att stärka det här studerade innovationssystemet. Här skisseras kort tre idéer.

1 Innovationssystemutveckling genom perspektivutveckling

Behovet inom detta område har liksom för projekt 5 ovan sin bakgrund i den observerade bristen på perspektiv på innovationssystem och behov av att utveckla förståelsen hos olika aktörer för detta perspektiv.

Möjligheter man kan tänka sig är aktiviteter av utbildande och opinionsbildande karaktär.

Förslag till insatser kan vara seminarier med företagsledare och akademiker.

2 (Verka för) integrerade utbildningsprogram

Behovet inom detta område hänför sig till den observerade bristen på integration mellan discipliner och den låga rörligheten mellan branscher.

Möjligheter man kan tänka sig är mer integrerade utbildningsprogram på både gymnasie- och högskolenivå. Detta är förstås ett gammalt och välkänt problem som inte så lätt låter sig lätt lösas i en disciplinuppdelad akademisk miljö.

Förslag till insatser kan vara att få till stånd utredningar eller projekt inom lämpliga organisationer (utan att vi vill peka ut någon här) för att studera problemet och komma med förslag till konkret insats.

3 Utveckling av infrastruktur och nätverk

Behovet inom detta område hänför sig framförallt till att mindre och medelstora företag har sämst möjligheter att själv åtgärda sin situation och hantera de snabbt växande hoten.

Möjligheter man kan tänka sig är direkt stöd till och till och med initiering av projekt för att bygga stödjande "institutioner" (i abstrakt bemärkelse, se ovan), t.ex. av karaktären "supplier association" men för IT-stöd, för framförallt regionala små- och medelstora företag. Det måste understrykas att här avses inte formellt inrättade publika institutioner.

Förslag till insatser kan vara VINNOVA-stöd till regionala association-projekt.

Referenser

- Abernathy, W. J. and Clark, K. B., 1988. Innovation: Mapping the winds of creative destruction. In Tushman, M. L. and Moore, W. L. (second edition) Readings in the management of innovation. HarperBusiness.
- Affärsvärlden, 2000a. ABB. Den nya versionen. 16 Februari Nr 7, 38-42.
- Affärsvärlden, 2000b. Listiga huset. 23 augusti, Nr 34, 28-35.
- Affärsvärlden, 2000c. Nätets tjänstefolk. 15 mars, Nr 11, 68-69.
- Affärsvärlden, 2000d. Ericsson drar fram industrikonsulterna. 11 oktober, Nr 41, 52-53.
- Affärsvärlden, 2000e. Trådlöst triumferar. 27 September, Nr 39, 38-53.
- Affärsvärlden, 2000f. Biljättarnas nätshopping. 16 februari, Nr 7. 44-45.
- Affärsvärlden, 1999a. Nya system, nya affärer. 29 September, Nr. 39, 67-69.
- Affärsvärlden, 1999b. Sveriges nya attraktionskraft. 10 November, Nr 45, 31-34.
- Allen, T. J., 1977. Managing the flow of technology. Cambridge MA. MIT Press.
- Bakka, J. F., Fivelsdal, E., och Lindkvist, L., 1999. Organisationsteori. Struktur Kultur Processer 3:e uppl. Liber Ekonomi, Malmö.
- Bergström, A., 2000. IT och skogen. I Höglund, A., 2000. IT växer (även) i skogen. TELDOK Rapport 136 (ISSN 0281-8574), Stockholm.
- Besaou, M. and Venkatraman, N., 1996. Inter-organizational relationships and information technology: a conceptual synthesis and a research framework. European Journal of Information Systems, 5, 84-91.
- Bretz, E., 2001. The Car: Just a web browser with tires. IEEE Spectrum. January.
- Brulin och von Otter, 2000. Regionerna i den nya ekonomin. Arbetsmarknad och Arbetsliv, årgång 6, nummer 4, vintern.
- Carlsson, B., and Jacobsson, S., 2000. Diversity creation and technological systems: A technology policy perspective. In Edquist, C., and McKelvey, M., (eds). Systems of innovation; growth, competitiveness and employment. Volume I. Edward Elgar, Cheltenham.)
- Carlsson, B. (ed), 1997. Technological systems and industrial dynamics. Kluwer Academic Publishers.

Carlsson, B. and Jacobsson, S., 1997. The technological system for factory automation. In Carlsson, B. (ed), 1997. Technological systems and industrial dynamics. Kluwer Academic Publishers.

Carlsson, B. (ed), 1995. Technological systems and economic performance: The case of factory automation. Kluwer Academic Publishers.

Carlsson, B. and Strankiewicz, 1995. On the nature, function and composition of technological systems. In Carlsson, B. (ed), 1995. Technological systems and economic performance: The case of factory automation. Kluwer Academic Publishers.

Chandler, Jr., and Cortada, J. W., 2000. A Nation transformed by information. How information has shaped the United States from colonial times to the present. Oxford University Press.

Christiaanse, E., and Huigen, J., 1997. Institutional dimensions in information technology implementation in complex network settings. *European Journal of Information Systems*. 6. 77-85.

Clark, K. B., and Wheelwright, S. C., 1993. Managing new product and process development. Text and cases. The Free Press. New York.

Costa, A. C., 2000. A matter of trust – effects on performance and effectiveness of teams in organizations. ISBN 90-76269-21-1.

Dagens it.se, 2000. Volvobilar får mobilt Internet med larmtjänst. Nr 49. 7-13 dec.

Dahmén, E., 1942. Economic-Structural Analysis. Reflections on the problem of economic development and business cycle fluctuations. In Carlsson, B. and Henriksson, R. G. H., 1991. Development blocks and industrial transformation. The Industrial Institute for Economic and Social Research. ISBN 91-7204-372-5

Davenport, T. H., 1993. Process Innovation. Reengineering work through information technology. Harvard Business School Press, Boston.

Davenport, T. H., Jarvenpaa, S. L., and Beers, M. C., 1996. Improving knowledge work processes. *Sloan Management Review*. Summer.

Davenport, T. H., and Prusak, L., 1998. Working knowledge. How organizations manage what they know. Harvard Business School Press. Boston.

Davies, A., 1997. The life cycle of a complex product system. *International Journal of Innovation Management*. Vol. 1, No 3. 229-256.

Drazin, R. and Schoonhoven, C B., 1996. Community, population, and organization effects on innovation: a multilevel perspective. *Academy of Management Journal*. Vol. 39, No. 5, 1065-1083.

Edquist, C., 2000. Systems of Innovation Approaches – Their Emergence and Characteristics. In Edquist, C., and McKelvey, M., (eds). Systems of Innovation; Growth, Competitiveness and Employment. Volume I. Edward Elgar, Cheltenham.

Edquist, C., and McKelvey, M., (eds). 2000. Systems of Innovation; Growth, Competitiveness and Employment. Volume I. Edward Elgar, Cheltenham.

Edquist, C. ed., 1997. Systems of innovation. Technologies, institutions and organizations. Printer. London.

Fredriksson, O., and Vilgon, M., 1996. Evaluation of inter-organizational information systems in industrial distribution: the cases of Luna and Pappersgruppen. European Journal of Information Systems. 5. 47-61.

Freeman, C., and Soete, L., 1997. The Economics of Industrial Innovation (Third edition). Printer. London.

Gergils, H., 2001. Forskning och innovationssystem i Norden. Ett bidrag till den svenska debatten. ACREO Forskning och utveckling inom elektronik och optik. ACREO Kista.

Forsell, A., 1992. Moderna tider i sparbanken. Nerenius & Santérus Förlag AB.

Gibbons, M. et al. 1994. The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies. SAGE Publications, London.

Goldkuhl, G. och Nilsson, E., 2000. Ökad IT-användning – vad händer med organisationers och människors förmåga? I Lennerlöf, L., Magra organisationer i arbetslivet. Avveckla eller utveckla? En antologi om verksamhetskonsekvenser i magra organisationer. Rådet för arbetslivsforskning.

Granberg, A., 1995. Mapping an evolving technology cluster: The composition and structure of factory automation. In Carlsson, B. (ed), 1995. Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation. Kluwer Academic Publishers.

Granberg, A., 1995. The academic infrastructure of factory automation. In Carlsson, B. (ed), 1995. Technological systems and economic performance: The case of factory automation. Kluwer Academic Publishers.

Granstrand, O. och Sjölander, S., 1990. Managing innovation in multi-technology corporations. Research Policy. 19. 35-60.

Gustavsson, B-O., Arnetz, B.B., och Ellström, P-E., 1992. Informationsteknologins goda och onda cirklar – om hälsa, kompetens och kvalitet vid IT-användning i tjänsteverksamhet. Centrum för tjänsteforskning, Högskolan i Karlsatad. Forskningsrapport 92:11.

- Hansen, M. T., Nohria, N., and Tierney, T., 1999. What's your strategy for managing knowledge? Harvard Business Review. March-April.
- Hargadon, A. and Sutton, R. I., 2000. Building an Innovation Factory. Harvard Business Review. May-June.
- Hobday, M., 2000. The project-based organisation: an ideal form for managing complex products and systems?, Research Policy 29. 871-893.
- Hobday, M. and Brady, T., 2000. A fast method for analysing and improving complex software processes. R & D Management 30, 1-21.
- Hobday, M., Rush, H., and Tidd, J., 2000. Innovation in complex products and system. Research Policy 29, 793-804.
- Hobday, M. and Rush, H., 1999. Technology management in complex product systems (CoPS) – ten questions answered. International Journal of Technology Management. Vol. 17, No. 6, 618-638.
- Hobday, M., 1998. Product complexity, innovation and industrial organisation. Research Policy 26, 689-710.
- Håkansson, B., 2000. Egendeklaration av programvaror. Svensk metod för kvalitetsmärkning av programvaror med internationella standarder som grund. Via teldok. 39.
- Höglund, A., 2000. IT växer (även) i skogen. TELDOK Rapport 136 (ISSN 0281-8574), Stockholm.
- Hörndahl, R., 2000. Den nya ekonomin. Elektroniska affärer i svensk industri. Industriförbundet.
- Iansiti, M., 1995. Technology integration: Managing technological evolution in a complex environment. Research Policy. 24. 521-542.
- IVA, 2000a. Produktion system. Rapport från Teknisk Framsyn – Panel 4. ISBN 91-7082-657-9.
- IVA, 2000b. Informations- och kommunikationssystem. Rapport från Teknisk Framsyn – Panel 5. ISBN 91-7082-658-7.
- Johannesson, C., och Kempinsky, P., 2000. Den digitala fabriken. Verkstadsföretaget som IT-företag. TELDOK.
- Karlsson, C., 2000. The development of industrial networks – Challenges to companies and their members. First World Conference on Production and Operations Management POM. Sevilla.

- Karlsson, C. and Lovén, E., 2001. Innovation system for information technology in manufacturing companies' technology development. The 8th International Product Development Management Conference. Accepted for publication.
- Karlsson, C & Nellore, R., 1998. Improved Development by Management of Specifications. 5th International Product Development Management Conference, EIASM - European Institute for Advanced Studies in Management, Brussels.
- Kimberly, J. R., 1981. Managerial innovation. Nystrom, P. C. and Starbuck, W. H. (ed) Handbook of organizational design. Vol 1, Adapting organizations to their environments, Oxford univ. Press, Oxford.
- Kendall, K. E. (ed), 1999. Emerging Information Technologies, Improving Decisions, Cooperation, and Infrastructure. SAGE, London.
- Kodama, F., 1992. Technology fusion and the new R&D. Harvard Business Review. July-August.
- Konsynski, B. R. and McFarlan, F. W., 1990. Information partnerships – shared data, shared scale. Harvard Business Review.
- Lakemond, N., 1999. Supplier coordination in product development projects. The case of Tetra Brik. Linköping Studies in Science and Technology Thesis No. 767.
- Lennerlöf, L., 1993. Människor Datateknik Arbetsliv. Publica. Stockholm.
- Leonard-Barton, D., 1992. Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. Strategic Management Journal, Vol. 13. 111-125.
- Lindholm, Å., The economics of technology-related ownership changes. A study of innovativeness and growth through acquisitions and spin-offs. Chalmers University of Technology, Göteborg. ISBN 91-7197-054-1.
- Lovén, E., 1999. Planned change and inertia –Integrating technology, organization and human aspects. Linköping Studies in Science and Technology. Dissertations No 562.
- Miller, E., 2000. Extending product definition. Computer-Aided Engineering. May.
- Nambisan, S. & Wilemon, D., 2000. Software development and new product development: Potentials for cross-domain knowledge sharing, IEEE Transactions, Vol 47, No 2, May.
- Nittmar, H., 2000. Produktutveckling i samarbete. Strukturförändringar vid införande av nya informationssystem. EFI, Ekonomiska forskningsinstitutet vid Handelshögskolan i Stockholm. ISBN 91-7258-545-5.
- Nonaka, I. And Takeuchi, H., 1995. The knowledge – creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press. Oxford.

Ny Teknik CAD, 2000:5. Scania inför VR i hyttdesign. Virtual reality – coolt och oglamoröst utvecklingsverktyg. V 42.

OECD, 1999. Managing National Innovation Systems, ISBN 92-64-17038-3.

Olsson, L., 2000. Förstudie om mjukvaruinnehåll i industrins produkter. NUTEK Närings- och teknikutvecklingsverket.

Porter, M. E., 1996. What is strategy? Harvard Business Review. November-December.

Prencipe, A., 1997. Technological competencies and product evolutionary dynamics a case study from the aero-engine industry. Research Policy 25. 1261-1276.

Rauscher, T. G., and Smith, P. G., 1995. Time-driven development of software in manufactured goods. Journal of Product Innovation Management, 12, 186-189.

Rickne, A., 2000. New technology-based firms and Industrial dynamics. Evidence from the technological system of biomaterials in Sweden, Ohio and Massachusetts. Thesis for the degree of doctor of philosophy. Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology.

Sandström, A., Petterson, I., and Nilsson, A., 2000. Knowledge production and knowledge flows in the Swedish biotechnology innovation system. Scientometrics, Vol. 48, No. 2. 179-201.

Stevrin, P., 1998. Tillitskrisen. Om tillit, misstro och kontroll i det framväxande informationssamhället. Högskolan Karlskrona/Ronneby.

Tson Söderström, H. (red.), Braunerhjelm, P, Friberg, R., Norman, V. och Sölvell, Ö., 2001. Kluster.se, Sverige i den nya ekonomiska geografien. Ekonomirådets rapport. SNS Förlag, Stockholm.

Tushman, M. L. and Rosenkopf; L., 1992. Organizational determinants of technological change: Toward a sociology of technological evolution. Research in Organizational Behavior, Vol. 14., 311-347.

Tushman, M. L., and Anderson, P., 1986. Technological discontinuities and organizational environments. Administrative Science Quartely, 31, 439-465.

Utterback, J. M., 1994. Mastering the dynamics of innovation. Harvard Business School Press, Boston.

Verkstads Forum, 2000:6. Smarta modeller med inbyggd intelligens – nästa steg inom CAD/CAE/CAM, s 24.

Öhrwall Rönnbäck, A., 1999. Collaborative product development and IT communication infrastructures. A study in the Swedish Aerospace Industry. Linköping Studies in Science and Technology. Thesis No 802. LiU-TEK-LIC-1999:60.

Österlund, J. (Guest editor), 2001. International Journal of Technology and Management. Vol 21, no _.

Bilaga 1. Intervjuade personer

Dahllöf Håkan, Manager Corporate Information Systems & Technology,
BT Industries AB, Mjölby

Elfström Bengt-Olof, forskningschef, Volvo Aero, Trollhättan. Adj. Professor Luleå

Engman Mats, IT Manager, Electrolux Home products operations (Sweden) AB, Motala

Fjaerstad Adam, Product manager terminals, e2 Home AB, Stockholm

Frank Harry, Forskningsdirektör ABB Corporate Research, Västerås

Fredriksson, Billy, Vice President, SAAB AB Linköping. Adj. Professor MIT

Gerger Max, Product management, e2Home AB, Stockholm.

Holmén Magnus, Doktorand, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Jacobsson Staffan, Professor, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg

Ljunggren Per, Residential Network & Embedded Modules, e2 Home AB, Stockholm

Nilsson Lennart, IT-chef Sverige, ABB Västerås

Odhnoff Jan, Professor Emeritus

Persson Thomas, Vice President, Production Powered Trucks, BT Industries AB,
Mjölby

Polzer Hans, Verkställande direktör NBB Linköping

Rydahl Anders, Industrial Engineering Coordinator Northern Region,
Electrolux Home products operations (Sweden) AB, Stockholm

Savén Bengt, Produktionschef SAAB AB, Linköping, Adj. Professor Linköping

Schedin Mats, Senior Vice President, Electrolux Home products operations (Sweden)
AB, Stockholm

Svensson Rune, Manager Product Development, BT Products AB, Mjölby

Bilaga 2 Seminarium 2001-04-10

TillIT: Informationsteknologin i tillverknings-
industrins tekniska utvecklingskunskap

Förstudieprojekt inom innovationssystemstudier

Christer Karlsson
Eva Lovén

Resultat från litteraturstudier och intervjuer

Analys

- ✓ Hot/möjligheter och styrkor/svagheter

Diskussion

- ✓ Framtida projekt eller andra insatser

LITTERATUR - Informationsteknologi
i tillverkningsindustrin

- ✓ IT i produkter
- ✓ IT i processer
- ✓ Mellanorganisatoriska informationssystem

Informationsteknologi branschen "omogen"

Inkorrekt budgetering, kostnadmässiga överdrag
Dålig kvalitet
Stora integrationssvårigheter
Många förseningar
Misslyckanden att möta användarkraven
Programfel och undermåliga programprodukter
Stillestånds- och konsultkostnader

(Hobday och Brady, 2000; Hobday och Rush, 1999;
Håkansson, 2000)

Informationsteknologi i produkter

Embedded (software) systems
Multidomäna system
Heterogenous system
Mekatroniska system
Multi-technology-corporation (MTC)
Complex products and systems (CoPS)

Komplexa produkter och system (CoPS)

- Mycket forskning massproduktion och mindre uppmärksamhet utveckling av CoPS.
- Innovationsprocessen i CoPS skiljer jämfört massproduktion.
- Naturen av en produkt - en viktig del i skapandet av innovationsprocesser, organisationsformer och industrisamarbete.
- Lite tvär-sektoriell forskning vad avser CoPS innovation och samordning (coordination).
- Jämförelsen massproduktion kontra CoPS är förenklad genererar idéer - fördjupar vår förståelse för innovation.

(Hobday och Rush, 1999; Hobday, 1998; Davis, 1997)

Informationsteknologi i
tillverkande företags
produkter kommer att öka

Informationsteknologi i processer

Snart sagt specialverktyg för varje del i verkstadsindustrins processer;

- för design
- för tillverkning
- för styrning av hela processen
- materialplanering
- administration
- utbildning
- elektronisk handel
- support

Förändringar

- på marknadens funktionssätt
- sättet att distribuera varor och inhämta information
- produktionens organisation

Mer konkret att:

- Köpare och säljare kan mötas - virtuell marknadsplats.
- Varor och tjänster kan förmedlas direkt på Internet t.ex. mjukvara och olika tjänsteprodukter.
- Information och kunskap hämtas på nätet.
- Företagens organisationsformer allt mer nätverk.

(Tson Söderström m.fl., 2001 Ekonomirådets rapport)

Mellanorganisatoriska informationssystem

Elektroniska affärer
Marknaden för affärssystem

Olika organisationer har olika

- arbetsformer
 - mål
 - förståelseramar
- Svårigheterna ökar att integrera arbetet mellan olika aktörer när samarbete växer över organisationsgränser.

Exempel forskning

Komplex produktutveckling, Nittmar (2000)
Institutionella perspektivet, Christiaanse och Huigen (1997)
Centrala organisationen - leverantörer. Distributörer och slutanvändare, Fredriksson och Vilgon (1996)

Intervjuer

IT i produkter – funktion

IT i processer – produktframtagning

IT – process – människa integrerat

Informationsteknologin omogen

IT-kunskap och kunskapsförsörjning

Utveckling – avveckling

Individer och relationer

Visioner

RESULTAT INTERVJUER

IT i produkter

Fordonskomponenter

Smarta motorer

Intelligenta kylskåp/hem

Lättservade truckar

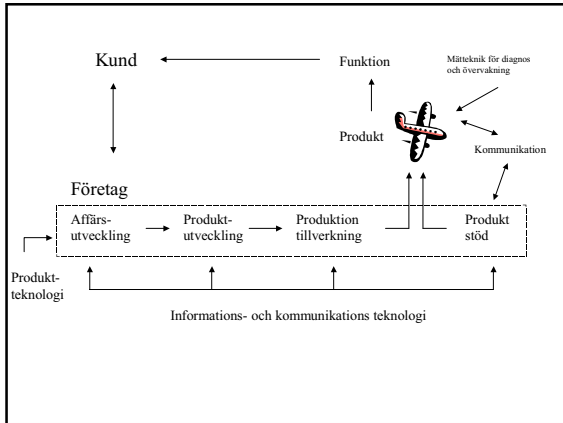
Robotar

Obemannade flygplan

Industrial IT alla produkter ska passa ihop.

Produkten är connected.

Sälja funktion istället för produkter



RESULTAT INTERVJUER
IT i processer – produktframtagning

IT inom processer och speciellt inom produktion är vedertaget sedan tjugo år tillbaka. Viss återgång inom produktion.

"I tillverkningsprocessen har vi låg grad av automation, relativt låg. Anledningen är att mycket av arbetet blir inte lika flexibelt. IT kräver sällan färre personer. Vi har inga planer på högre automatisering. Vi ser en återgång. Nu ersätter vi inte med ny teknologi. De automatiska truckarna stänger vi av idag. Det kostar för mycket att optimera nya transportslingor m.m. Vi använder manuella truckar och människor. Vi är inne i en fas där vi lokalt tar ett steg tillbaka. För många år tillbaka var vi IT intensiva."

RESULTAT INTERVJUER
Simulering och modellering allt viktigare.

- Simulering av funktionalitet
- Allt inom produktion
- Hur produkten kan användas
- Produktsystem
- Underhåll
- Produktstödsystem
- Tidiga koncept faserna
- Beläggningar
- Ergonomisimuleringar
- Robotsimuleringar

RESULTAT INTERVJUER
IT-kunskap och kunskapsförsörjning

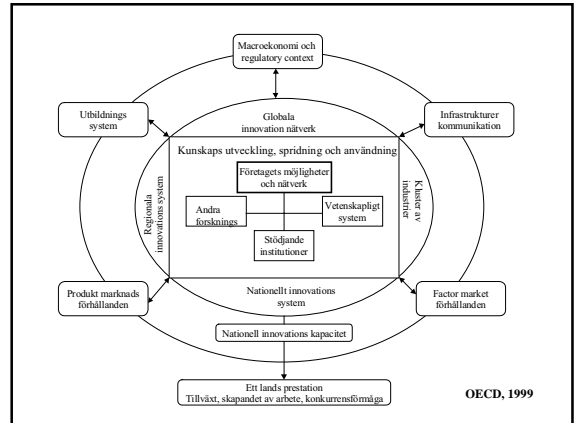
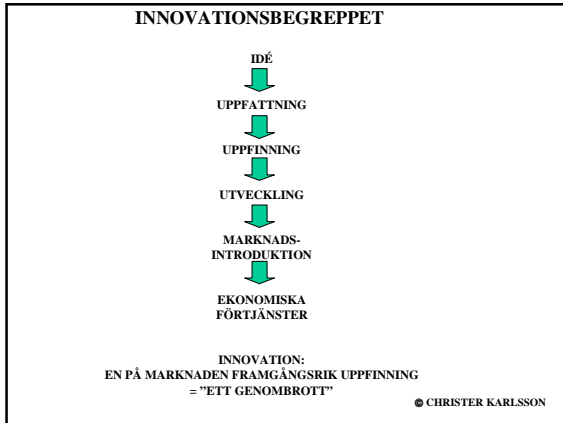
- Kompetensen och förmågan att använda datorer har ökat drastiskt.
- Oro att inte hänga med omgivningen.
- Orkar inte riktigt med att vara duktiga IT-inköpare.
- Hinner inte med att skaffa den kompetens som krävs.
- Branschen hinner inte med att skapa standards.
- System som leverantörerna hade svårt att supporta.
- Brist på IT-kunskap.
- Använder sig av IT-leverantörer – tappar kontroll.
- Outsourcing - mer i händerna på experter.
- Eget IT-bolag i bolaget för att ha kontroll.
- Informationsteknologin och människor.
- Gamla system.

RESULTAT INTERVJUER
Informationsteknologin omogen

- IT i sig innehåller flera problem.
- IT och dess software är fortfarande fullt med buggar och instabilitet.
- Idag är inte alla system (t ex CAD system) kompatibla.
- Det tar mycket tid för överföringar.
- Mycket tid går åt till att lösa programtekniska saker.
- Varje leverantör låser in sig i IT-standards.
- En vision är att få en högre grad av standardisering åtminstone vad avser gränssnitt och då helst globalt.

Innovation

Innovationssystem



Utveckling men också avveckling

"Resan från idé till produkt. Då är det viktigt att skapa förutsättningarna och ta bort hindren. Man måste ha vetskap om hindren. Hindren kan inte sprängas bort men vi kan gå runt dem. Oftast är de finansiella, oftast mänskliga och pengar.....Man måste fråga sig vilka Utmanar vi? Det kan finnas en GURU som känner sig hotad. En ensam kan inte förändra en etablerad verksamhet. Man måste vara en grupp eller vara vid sidan om... Man måste undanröja hindren. Man måste ha insikterna även på systemnivå. Varför har vi starka center, jo individer."

RESULTAT INTERVJUER

Företagen tänker sällan i innovationssystem utan i individer och relationer

"Jag skulle inte gilla bara "system" utan det är "tänk" också. Man förstår då bättre hur innovationer har utvecklats. Innovationssystem ändras när tankemönster ändras. Någon ser möjligheterna..... Jag tror att det betyder mycket att man sitter på kafeer eller att företagen byter folk."

RESULTAT INTERVJUER

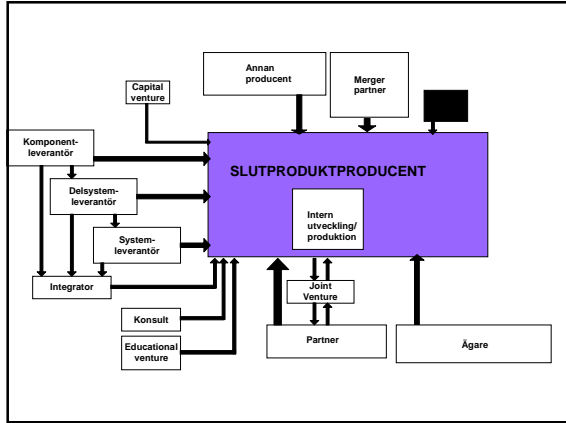
Produktutveckling sker oftast tillsammans med leverantörer och konsulter men innovationer gör man oftast själv. Det måste finnas ett vinna-vinna förhållande

"Produktutveckling gör vi tillsammans med konsulter, men innovationer gör vi själva. Jag talar om nytänkande, det går inte att lägga ut. Vi lägger ut till konsulter. Vi hämtar grafik från XX. Vi har lagt ut HMI-mässiga saker, det kan inte ingenjörer utföra - användarvänlighet."

RESULTAT INTERVJUER

Stor potential att samverka när med högskolor och industriinstitut.

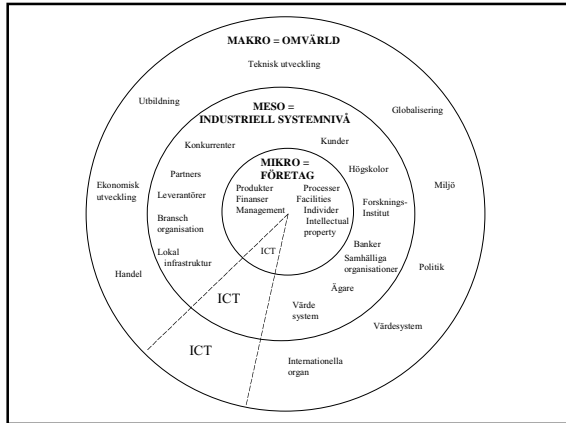
Teknisk utvecklingskunskap
Förståelse för teknisk utveckling



Teknisk utvecklingskunskap
Förståelse för teknisk utveckling
Olika slag av utveckling/innovation
Utvecklingsfaser

Teknisk utvecklingskunskap
Förståelse för teknisk utveckling
Olika slag av utveckling/innovation
Utvecklingsfaser
Val av teknisk utveckling och strategi

Teknisk utvecklingskunskap
Förståelse för teknisk utveckling
Olika slag av utveckling/innovation
Utvecklingsfaser
Val av teknisk utveckling och strategi
Kompetens för teknisk utveckling
Kunskap om utveckling
Integration mjuk- och hårdutveckling
Process och organisationsutveckling



Resultat från intervjuer

Analys

✓ Hot/möjligheter och styrkor/svagheter

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MAKRO 1

TEKNISK UTVECKLING

Teknisk utveckling ställer i hög takt starkt ökade krav på "embedded" systems. Teknisk utveckling måste ske i en sorts globalt tekniskt system.

INFORMATION- OCH KOMMUNIKATIONSTEKNOLOGI

Vi har bara sett början.

GLOBALISERING

Konkurrensen ökar starkt för alla företag, stora som små. Utbud av varor och tjänster blir ofta globala.

Globaliseringen drivs av informationsteknologin.

Företag köps upp av stora nätverk.

Det är svårt att klara sig utan att vara med i nätverk.

Kunskapen om vad globalisering är och hur man ska förhålla sig till den är dålig.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MAKRO 2

EKONOMISK UTVECKLING

En lång tid med långsam ekonomisk utveckling kan följa vilket leder till litet investeringsutrymme.

HANDEL

Vi riskerar ökad konkurrens mellan regionala block.

MILJÖ

Ökade krav på både produkter och processer.

Funktionsförsäljning och cirkulära produktionssystem blir möjligare med IT-integration.

Krav på lägre energiförbrukning i användning av produkter.

Material och resursanvändning är väsentliga frågor.

I respondenternas svar finns en frånvaro av kommentarer om miljö.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MAKRO 3

POLITIK

Otillräckliga satsningar gör att Sveriges försprång eller goda läge kommer att tappas. Politikerna är fokuserade på Europa.

INTERNATIONELLA ORGAN

Det skulle behövas internationella standards och organisationer som arbetar för det.

UTBILDNING

Utbildningssystemet utbildar relativt få akademiker i Sverige.

Det lönar sig inte att stanna kvar i Sverige.

Svenska universitets och högskolors förmåga att locka till sig forskare och lärare för samarbete.

Forskning och undervisning inom informationsteknologi bedrivs relativt separat på högskolor och universitet.

Informationsteknologi kan integreras bättre i utbildningarna.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MAKRO 4

VÄRDESYSTEM

IT betecknas för mycket som en egen verksamhet och satsningar görs därefter.

Tillverkningsindustrins behov av IT blir starkt eftersatt.

Det finns en övertro på informationsteknologi och det visar sig i placering av aktier, syn på företag och val av utbildningar.

Idag är det modernt att säga att man arbetar med "Knowledge management" vilket i sig är viktigt för utvecklingskunskapen.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MESO 1

KUNDER

Kunderna ställer allt större krav på att kunna köpa funktioner.

Kunderna kan vara mycket mer IT-kunniga än tillverkningsföretaget. Datakvalitet och användarvänlighet är viktiga uppgifter att lösa.

KONKURRENTER

Många företag har inte kommit särskilt långt men det har ofta inte konkurrenterna heller.

Konkurrensen handlar inte om den fysiska produkten utan applikationerna, i grunden är produkterna de samma.

PARTNERS

Större krav ställs på att kunna medverka i processer som är integrerade mellan företag.

Nätverkstänkandet gör att saker måste göras tillsammans, huvudprocesser och produktionsprocesser måste delas mellan varandra.

Man måste arbeta i samma CAD-system, plattformsfilosofin.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MESO 2

LEVERANTÖRER

Leverantörer av IT-system har ofta ett övertag mot tillverkningsföretaget

MELLANORGANISATORISKA INFORMATIONSSYSTEM

IT kunniga på företagen kommer att bli tvingade att öka sin kunskap om det globala samhället, olika kulturer, språk och teknik nivå i olika länder.

ÄGARE

Stora satsningar på tillverkningsföretagen kan komma att vara i fara. Andra branscher intressantare.

Nyare områden som bioteknik rörer större intresse.

Eget kapital för verkstadsindustrin kommer inte bli det lättaste i framtiden.

Sverige har inte många handlingskraftiga ägare längre.

Hur ska korsbefruktningen komma till mellan informationsteknologi-företagen och tillverkningsföretagen?

Storföretagen har allt i central forskning vilket inte småföretagen har.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MESO 3

STAT OCH KOMMUN

Verkstadsindustrin har ett stort antal anställda och det finns goda möjligheter att utveckla.

Kommunalpolitiskt ser det väldigt olika ut för företagen.

Det finns stor vilja att satsa på utveckling av IT-kunskap.

Det finns för litet intresse och för liten förståelse för att framtiden finns i verkstadsindustrin.

Lite satsningar vad gäller IT i traditionell industri, utan satsningarna gäller IT i sig själv.

LOKAL INFRASTRUKTUR

Små och medelstora företag kan behöva mycket stöd och hjälp.

Möjligheterna till samarbete finns, vilket vi inte sett så mycket av.

Det finns ett stort behov av att informationsteknologisk hjälp på plats.

Det finns ett behov av nätverk.

När företaget inte har egen kunskap är det svårt att köpa in informationsteknologi.

IT-konsulterna talar inte det lilla/medel stora företagens språk.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MESO 4

SAMHÄLLELIGA ORGANISATIONER

Inrättade organ för stöd känns som om de var till föga nytta.

Det lilla företaget är intresserad av hur man stödjer innovationen.

Organisationer som ska stödja företagen riskerar att bli mer hinder än stöd.

Exempel på värdefulla insatser - företagen får konkreta stöd till specifika projekt.

Ett orosmoln är de nya forskningsfinansierarnas omorganisation.

HÖGSKOLOR

Utbildningen otillräcklig för kommande behov.

De utexaminerade går oftast till andra företag än tillverkningsföretaget.

Samarbeten i förvånande liten utsträckning.

Det kan ske mer samarbete över disciplingränserna.

Universitet och högskolor är inte organiserade för problemställningen informationsteknologin i tillverkningsindustrin.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MESO 5

BRANSCHORGANISATIONER/ FORSKNINGSPROJEKT

Ganska små insatser.

Relativt teknisk nivå.

Insatser finns på produktionsteknisk nivå och frågeställningar på systemnivå.

BANKER/FINANIERINGSINSTITUT

Finansiering av utvecklingen kan bli problem när kapitalbehovet blir mycket stort. Produktkomplexitet och funktion kostar väldigt mycket.

Svenska företag har för litet kapital.

Större företag i omvärlden har inte detta problem.

VÄRDESISTEM

Branschbegreppet är ett problem i sig.

Program är på branschnivå.

Disciplinära kulturmixer, internationella kulturer som möts.

IT-kulturen och tillverkningsindustrin.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MIKRO 1

FINANSER

Utveckling av IT kan komma att kräva pengar som inte finns.

IT-utvecklingen kan skynda på uppköp och samman-slagningar.

Många svenska företag är små i sina branscher, det finns inte riktigt stora företag.

Verkstadsföretagen har små börsvärden jämfört med IT-företagen.

FACILITIES

Anläggningar kan behöva byggas om oftare och göras betydligt flexibla.

Många varianter ställer väldigt krav.

Nya produkter och ny fabrik på samma gång.

Anläggningarna knyts ihop i nätverk.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MIKRO 2

PRODUKTER

Framtida utveckling av produktfunktioner fokuseras nästan helt till mjukvarudelen.

Produkter med identisk hårdvara men olika mjukvara.

Hot vid integration av hård och mjukvara kan ske genom kulturkrockar, olika ledtider, olika role out tillstånd, olika syn på kvalitet och ständig förbättring.

Produkterna blir så pass komplexa att man måste sourca.

Plattform och derivat, modulsystem.

Undvika teknologisk upplåsning.

Hur företags delsystem ingår i andras system.

Produkter kopplas ihop med andra produkter, mobil med Internet, mobil med positionsangivelse GPS, farm/elsystem.

Produkter kommunicerar mer med varandra, integrerar fler funktioner.

Produkterna intelligenta.

Friformstramställning genom IT styrning, skapa produkt i plastmaterial.

Demonstratorer

Komplexa produkter för dyra och svåra att prova.

Prototyper och mock – up, produkten så komplicerad.

SWOT-ANALYS INNOVATIONSSYSTEMET- MIKRO 3

PROCESSER

Processer blir mycket flexibla.

Processutvecklingen hamnar till större del utanför tillverkningsföretaget.

Processutveckling – koppla delarna: i en virtuell fabrik, mellan organisationer som tillhör olika strukturer, kommunikation måste stämma.

Maskinerna kan kommunicera och kan ingå i ett större system, oberoende

av var de står fysiskt.

Simulering externt tvång även om man har svårt att räkna hem.

Ihopkoppling, beroenden, fysiska distanser försvinner i betydelse, arbetsorganisation och människa-maskin interaktion kan simuleras.

Måste avancerade tekniska lösningar ha kvalificerade människor?

Polarisering hos anställda?

Den tysta kunskapen hamnar utanför organisationerna?

Suppliers integrerar kunskapen hos sig.

PROJEKT

Strategier för utveckling med externa parter

Organisation för utveckling med externa parter

Integrerad hårdvaru- och mjukvaruutveckling, samverkan mellan värdesystem och utvecklingskulturer

Integrerad hårdvaru- och mjukvaruutveckling, samordning av managementsystem och processer

Tekniksystemens utveckling och integration

Aktionsforskning, utveckling av IT i tillverkningsindustrin

Insatser för utveckling

Innovationssystemutveckling genom perspektivutveckling

(Verka för) Integrerade utbildningsprogram

Utveckling av infrastruktur och nätverk