

**IMIT**

**Institute for Management of  
Innovation and Technology**

**Utveckling av komplexa produkter  
- integrerad mjukvara i traditionellt  
mekaniska produkter**

Augusti 2003

Christer Karlsson och Eva Lovén

IMIT-Rapport 2003: 127

# Utveckling av komplexa produkter - integrerad mjukvara i traditionellt mekaniska produkter

Christer Karlsson<sup>1</sup> och Eva Lovén<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Handelshögskolan i Stockholm, Box 6501, 113 83 Stockholm

<sup>2</sup> Linköpings Tekniska Högskola, 581 83 LINKÖPING

IMIT – Institute for Management of Innovation and Technology

2003-08-15

Detta projekt ”Organisation för integrerad hård- och mjukvaruutveckling” har ingått i Vinnovas program för innovationssystemstudier. Vi är tacksamma för det stöd vi fått från Vinnova vilket gjort denna forskning möjlig. Vi vill också tacka alla personer i industrin som ställt upp på långa och uttömmande intervjuer. Ett särskilt tack till de som ingått i den referensgrupp som har varit kopplad till projektet och givit värdefulla synpunkter, nämligen Harry Frank, ABB, Billy Fredriksson, SAAB AB, Mats Persson, Siemens Elema AB och Jan Sjögren, IVF.

Christer Karlsson  
Handelshögskolan i Stockholm

Eva Lovén  
Linköpings Tekniska Högskola

## Sammanfattning

Det finns ett behov av forskning kring innovationsprocesser för integrerade hård- och mjukvaruprodukter. Denna typ av utveckling (integration av olika teknologier) kräver en annan form av ledarskap och organisation än traditionella produkter. Problem och svårigheter uppstår kring organisation och styrning av hård- och mjukvaruutveckling. Det leder till frågeställningar kring hur man ska värdera alternativa sätt att organisera och styra sådan integrerad hård- och mjukvaruutveckling. Ska företagen lägga ut mjukvaruverksamheten? Ska man använda sig av tvärfunktionella grupper? Etc. Detta projekt "Organisation för integrerad hård- och mjukvaruutveckling" behandlar just sådana frågor.

Projektet har ingått i Vinnovas program för innovationsstudier. Det har pågått under tiden 2001-07-01 - 2003-06-30. Syftet med projektet har varit att ta fram kunskap om hur hård- och mjukvaruutvecklingen ska organiseras för att få fram produkter i rätt tid, till rätt kvalitet och till rätt kostnad. Frågeställningarna har bl.a. varit vilka hinder finns vid hård- och mjukvaruutveckling och skiljer sig hindren åt beroende på mjukvarans strategiska roll och företagets erfarenhet av integrerat hård- och mjukvaruarbete? Analysen sker utifrån ett innovationssystemperspektiv. Det här studerade innovationssystemet är alltså det system som är involverat i utveckling av mjukvara och annan IT i tillverkningsindustrin.

Rapporten består av en beskrivande del där vi redovisar ett urval av teorier som studerats och empiri om vad ett innovationssystem kan vara. I den analyserande delen av rapporten analyserar vi hindren utifrån mjukvarans strategiska roll och företagets erfarenheter av hård- och mjukvaruutveckling. I den värderande delen försöker vi ge hypotetiska svar på vilka alternativ ett företag bör välja utifrån en viss situation.

Till projektet har en referensgrupp varit kopplad. Nio företag har valts ut (utifrån kriterierna mjukvarans strategiska roll och företagets erfarenhet av integrerat arbete) och studerats. Den datainsamlingsmetod som använts är i huvudsak intervjuer.

Ett övergripande resultat är att hos de mer erfarna företagen fann vi hindrande faktorer i processer, struktur och resurser. De erfarna företagen talade inte i så stor utsträckning om kulturellerade hinder. Man hade accepterat att olika värderingar och föreställningar existerade och man hade lärt sig att gå runt dem. Generellt kan man säga att om mjukvara endast har en produktfunktionsstödande ("support") roll kan bildande av allianser eller hämtande av kompetens utanför företagen vara ett strategiskt val. Om mjukvaran däremot har en huvudfunktion i produktfunktionen kan internalisering eller startande av nya teknologier i separata enheter vara det bästa.

I projektet har vi även kommit fram till att om initiativet är alltför teknologiskt drivet (ny både mjukvara och hårdvara) finns det en stor risk att den nya teknologin skapar svåra managementfrågor att hantera och ett radikalt och kraftfullt ledarskap krävs för att bemästra situationen. Både tekniker och marknadsförare känner sig hotade av den nya produkten genom att deras kunskaper och nätverk kommer att bli föråldrade. Om däremot endast hårdvaran eller mjukvaran hotar existerande teknologier/ kompetenser uppstår andra managementfrågor att hantera i utvecklingsprocesserna för hård- och mjukvara. Dessa resultat finns också redovisade i rapporten.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

## **1 Inledning**

- 1.1 SW/HW ett problem för IT i tillverkningsindustrin
- 1.2 Problemet med mjukvara i mekaniska produkter i olika situationer
- 1.3 Presentation av forskningsmodell och frågeställningar

## **2 Projektet och rapportens uppläggning**

- 2.1 Projektets steg
- 2.2 Rapportens uppläggning

## **3 Metod**

- 3.1 Företag
- 3.2 Referensgrupp
- 3.3 Intervjuer
- 3.4 Root analysis

## **4 Innovationssystem**

- 4.1 Litteratur om innovationssystem
- 4.2 Litteratur om utvecklingsresurser och integrerad SW/HW
- 4.3 SWOT-analys för IT-utveckling i tillverkningsindustrin
- 4.4 Synen på och förståelsen för innovationssystem (empiri)

## **5 Studerade företag**

## **6 Analys**

- 6.1 Hinder i hård- och mjukvaruutveckling
- 6.2 Mjukvara har en stödfunktion och företaget är novis inom området
- 6.3 Mjukvara har en stödfunktion och företaget är en erfaren expert
- 6.4 Mjukvara har en huvudfunktion och företaget är novis inom området
- 6.5 Mjukvara har en huvudfunktion och företaget är en erfaren expert

## **7 Integration**

- 7.1 Differentiering och integrering
- 7.2 Integrationsmekanismer

## **8 Hantering av integrerad hård och mjukvara**

## **9 Att ställa om organisationen**

- 9.1 Litteratur om kompetensdynamik (kreativ destruktion)
- 9.2 Metod
- 9.3 Fyra omställningsfall (empiri)
- 9.4 Hur ska ”transilience” hanteras, explorativa fynd
- 9.5 Contingency; när ska man göra vad?

## **1 Inledning**

*Detta projekt "Organisation för integrerad hård- och mjukvaruutveckling" har ingått i Vinnovas program för innovationsstudier. Projektet har pågått under tiden 2001-07-01–2003-06-30. I detta inledande avsnittet formuleras problemet samt redovisas forskningsmodell och frågeställningar.*

### **1.1 SW/HW ett problem för IT i tillverkningsindustrin**

Produkter har blivit mer komplexa och ett ökat antal av traditionella mekaniska produkter kommer i framtiden att inkludera en signifikant nivå av mjukvara (Miller, 2000; Olsson, 2000; Karlsson och Lovén 2001, 2002) eller annan form av ny teknologi. Mjukvara i tillverkade produkter är emellertid inte ett homogent koncept, det spänner från program via IT till elektronik. Gränsen mellan vad som skall räknas som mjukvara respektive hårdvara är inte tydlig (Olsson, 2000). Tidigare forskning visar att det finns ett behov av forskning kring integrerad hård- och mjukvara utifrån ett organisatoriskt perspektiv (Rauscher och Smith, 1995; Nabisan och Wilemon, 2000). Olika kulturer och metodkoncept skall samverka till att skapa en produkt som ska vara klar vid en viss tid och med god kvalitet. För det traditionellt mekaniska företaget behövs ny kompetens inom mjukvaruområdet. Denna typ av utveckling (integration av olika teknologier) kräver en annan form av ledarskap och organisation än traditionella produkter (Hobday, 2000; Hobday och Brady, 2000; Hobday och Rush, 1999; Granstrand och Sjölander, 1990). Thompson visade 1967 att design, strukturer eller beteende hos organisationer varierade systematiskt med skillnader i teknologier. Det traditionella mekaniska företaget möter problem som det inte finns färdiga lösningar på och frågor som de inte har svar på. Bristen på kunskap både om den nya teknologin och om huruvida och hur man ska integrera dessa två teknologier förorsakar en hög grad av osäkerhet. Företag som möter denna osäkerhet och har liten och/eller bristfällig praktisk erfarenhet finner också föga vägledning inom forskningen. Denna rapport handlar därför om organisering av utveckling av integrerad hård- och mjukvara.

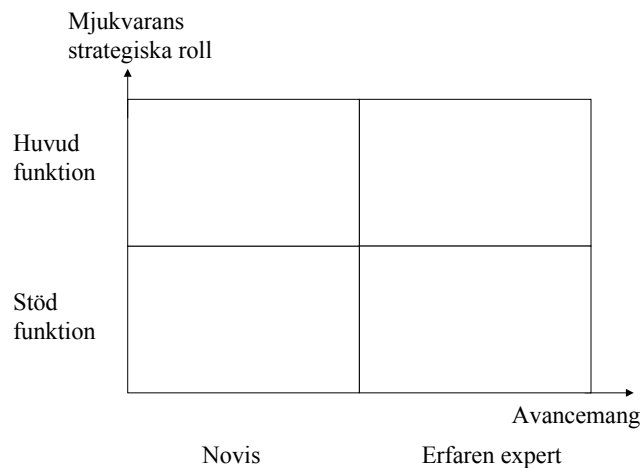
### **1. 2 Problemet med mjukvara i mekaniska produkter i olika situationer**

Problem och svårigheter uppstår kring hur man ska värdera alternativa sätt att organisera och styra hård- och mjukutvecklingen. Ska företaget lägga ut mjukvaruutvecklingsaktiviteterna? Ska man använda sig av tvärfunktionella grupper? Egna observationer och litteraturstudier har visat att problemet med mjukvara i mekaniska produkter är olika i olika situationer. Bland annat skriver Tidd (2001) om vikten av att forskningen identifierar olika organisationskonfigurationer som är mest lämpade för specifika teknologiska och marknadsomgivningar, hellre än att söka efter en ideal eller bästa praktiska modell för vilket kontext som helst. Det har lett till att vi har sökt och identifierat följande två dimensioner som visat sig vara särskilt väsentliga för valet av organisation av hård- och mjukvaruutveckling; mjukvarans strategiska roll och graden av erfarenhet av integrerat hård- och mjukvaruutvecklingsarbete.

### **1.3 Presentation av forskningsmodell och frågeställningar**

Ett företag kan investera i FoU i en ny teknologi som ersätter tidigare generationers teknologi "Break through approach" eller fokusera på att kombinera existerande teknologier till hybrida teknologier "Technology fusion" (Kodama, 1992). Vi kan se en

situation där mjukvara kan spela en huvudfunktion i något som kan anses som en traditionellt mekanisk produkt, en annan där mjukvaran har en mindre och stödjande funktion. Dessa olika roller för mjukvaran definierar de två positionerna i den ena dimensionen i urvalet av företag. Den andra dimensionen är avancemang eller erfarenhet av integrerad mjukvara i mekaniska produkter. Den ena positionen är ett företag med lång erfarenhet och långt gången integration av hård- och mjukvara. Det andra företaget kämpar i de tidiga faserna av integration och har inte avancerat i så stor utsträckning. Osäkerheten avtar med erfarenhet. Genom att kombinera dessa fyra positioner i en explorativ studie får vi en karta med olika aspekter på frågeställningen, se figuren nedan.



Figur 1.1 Empirisk urvalsmodell

Syftet i projektet har varit att ta fram ny kunskap om hur hård- och mjukvaruutveckling ska organiseras för att få fram HW/SW-produkter i rätt tid, till rätt kvalitet och till rätt kostnad. Att gå ut och låta företagen uppskatta hur väl utvecklingsprocessen fungerar medför ett svårt metodologiskt problem. Därför har vi valt att ställa frågor om hindren och på så sätt komma åt graden av problem i integrationsprocessen som i sin tur påverkar tid, kvalitet och kostnad. Vi får då veta vilken typ av hinder som finns och hur kraftfulla dessa är.

De frågeställningar vi har haft i projektet är följande: Vilka hinder finns vid hård- och mjukvaruutveckling? Skiljer sig hindren åt beroende på mjukvarans strategiska roll och företagets erfarenhet av integrerat hård- och mjukvaruutvecklingsarbete? Under vilka förhållanden är integration respektive differentiering att föredra? Vilka hypoteser har utvecklats eller kan formuleras om hur hindren kan hanteras i olika situationer?

## 2 Projektet och rapportens uppläggning

*Detta kapitel beskriver projektets steg och rapportens uppläggning. Den forskningsprocess som genomgått i projektet speglas också i rapportens uppläggning.*

### 2.1 Projektets steg

Inledningsvis utfördes en förstudie ”TillIT: Informationsteknologin i tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap” (Karlsson och Lovén, 2001) i vilken utkristalliserades ett antal forskningsområden. En av forskningsfrågorna gick vi vidare med i huvudprojektet ”Organisation för integrerad hård- och mjukvaruutveckling”. Inom förstudieprojektet författades ett antal publikationer, se tabell 1.

I projektet har litteraturstudier utförts kontinuerligt men framförallt i projektets inledande fas. Fem företag valdes inledningsvis ut och resultaten från den empirin presenterades på en konferens (Karlsson och Lovén, 2002) och för expertgruppen våren 2002 (se avsnitt 3.2). Utifrån dialogen med referensgruppen och synpunkter från konferensen gjordes ett antal modifieringar för att i den slutliga studien använda oss av ytterligare fallföretag, totalt nio företag. Resultaten från dessa nio företag presenterades för expertgruppen våren 2003 och resultaten kommer förhoppningsvis även att presenteras i en artikel i en internationell vetenskaplig tidskrift. Resultat från de nya fallföretagen har även redovisats på ytterligare en konferens (Karlsson och Lovén, 2003). Projektets olika faser presenteras vidare i nästa avsnitt.

Tabell 2.1 Projektets publikationer

<b>Förstudien – Innovationssystemet IT i tillverkningsindustrin</b>
Karlsson Christer och Lovén Eva, 2001. På jakt efter innovationssystemet. Management of Technology. Nr I Mars.
Karlsson Christer och Lovén Eva, 2001. TillIT: Informationsteknologin i tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap. IMIT-Rapport 2001:120.
Karlsson Christer och Lovén Eva, 2001. Innovation system for information technology in manufacturing companies' technology development. EIASM 8th International Product Development Management Conference, 10-12 June, Enschede.
Lovén Eva and Karlsson Christer, 2001. Systems of innovation from a management point of view – Information technology in manufacturing companies. IAMOT The 11 <sup>th</sup> International Conference on Management of Technology, 10-14 March, Miami.
<b>Huvudstudien – Organisation för integrerad hård- och mjukvaruutveckling</b>
Karlsson Christer och Lovén Eva, 2002. Developing complex products: Integrating software in manufactured products. EIASM 9th International Product Development Management Conference. Sophia Antipolis, France, May 27-28.
Karlsson Christer och Lovén Eva, 2003. Competence transielience in development of integrated hard- and software products. 10 <sup>th</sup> International Product Development Management Conference, 10-11 June, Brussels.
Karlsson Christer and Lovén Eva, 2003. Developing complex products: Integrating software in manufactured products Manuskript till vetenskaplig tidskrift
Karlsson Christer och Lovén Eva, 2003. Utveckling av komplexa produkter - integrerad mjukvara i traditionellt mekaniska produkter, IMIT-Rapport 2003.



## 2. 2 Rapportens uppläggnig

Rapporten består av en metoddel (kapitel tre) och följs av en beskrivande-, analyserande- och värderande del, se tabell 2.

Tabell 2.2. Rapportens uppläggnig och projektets olika faser

<b>BESKRIVANDE DEL</b>
<i>Kapitel 4 Innovationssystem</i> Beskriver vad ett innovationssystem kan vara utifrån teorier, olika perspektivnivåer och empiri
<i>Kapitel 5 Studerade företag</i> Deskriptiv del, som kort beskriver de nio studerade företagen
<b>ANALYSERANDE DEL</b>
<i>Kapitel 6 Analys</i> Kategoriserar hindren utifrån process, struktur, resurser och kultur Analyserar hindren utifrån mjukvarans strategiska roll och företagets erfarenhet av hård- och mjukvaruutveckling
<b>VÄRDERANDE DEL – HYPOTETISKA LÖSNINGAR</b>
<i>Kapitel 7 Integration</i> Både differentiering och integrering behövs, integrationsmekanismer
<i>Kapitel 8 Hantering av integrerad hård och mjukvara</i> Hypotetiska lösningar om hur hård- och mjukvara ska utvecklas beroende på den strategiska roll mjukvaran spelar och företagets erfarenheter
<i>Kapitel 9 Att ställa om organisationen</i> Hypotetiska lösningar om hur man ska ställa om organisationen

Den *beskrivande delen* av rapporten (kapitel fyra och fem) innehåller ett urval av de teorier vi studerat och empiri om vad ett innovationssystem kan vara. I denna del finns också korta beskrivningar av de nio företag som studerats i projektet och deras erfarenhet av integrerad hård- och mjukvaruutveckling. Kapitel sex står för den *analyserande delen* i rapporten där vi bl.a. analyserat hindren i utvecklingsprocessen utifrån mjukvarans strategiska roll och företagets erfarenhet av hård- och mjukvaruutveckling. I den *värderande delen* av rapporten försöker vi ge hypotetiska svar på vilka alternativ ett företag bör välja utifrån en viss situation (mjukvarans strategiska roll och företagets erfarenhet av integrerat arbete). Vi redovisar även hypotetiska lösningar om hur man bör ställa om organisationen beroende på om hård- och/eller mjukvaran gör existerande kompetens föråldrad eller förfinar/förbättrar den.

Rapportens logisk och struktur speglar också hur vi har arbetat i projektet. Vi började med teoriinhämtning och orienterande intervjuer (den beskrivande delen), vi analyserade sedan intervjuvaran (den analyserande delen) för att slutligen arbeta fram hypotetiska åtgärder ett företag bör vidta vid olika situationer (den värderande delen).

## **3 Metod**

### **3.1 Företag**

Inom detta projekt har nio tillverkande företag studerats. Företagen producerar produkter med varierande andel mjukvara i sina produkter. Produkterna kan klassificeras som avancerad utrustning, farkoster, bilar, hushållsprodukter, kraftgeneratorer, telekommunikation, kisel, hemverktyg och kontorsutrustning. Företagens nivå på hård- och mjukvaruutveckling varierade. Variationen spände från två företag som hade lång erfarenhet av att integrera hård- och mjukvara till företag som endast uppnått konceptfasen och misslyckats att fortsätta. Eftersom detta är en explorativ studie där vi så väl som möjligt försöker täcka hela spektra är det väsentligt att skaffa kunskap om erfarenheter från ytterligheter i de studerade dimensionerna.

### **3.2 Referensgrupp**

Projektet har haft en referensgrupp vilken har bestått av tre-fyra personer. Referensgruppen har kallats till workshop vid två olika tillfällen (våren 2002 och våren 2003). Agendan har varit

- Redovisning av projektläget, uppnådda resultat och preliminära slutsatser.
- Diskussion av nuvarande och kommande inriktning.
- Nästa fas.
- Plan för slutrapport.

### **3.3 Intervjuer**

Den datainsamlingsmetod som har använts är intervjuer kombinerat med insamlande av skriftlig information. I förstudien intervjuades 18 personer (kapitel 4.4) och i huvudstudien först 30 personer (kapitel fem och sex) och sedan 15 personer (kapitel nio) ansvariga för hela eller delar av hård- och mjukvaruutvecklingsprocessen. Endast två av de intervjuade var kvinnor resten män. Frågorna berörde processen att integrera hård- och mjukvara och hinder i denna process. Intervjuerna var relativt fria till sin karaktär där respondenterna fritt kunde berätta om produktutvecklingsprocessen och de hinder de upplevt i processen att ta fram integrerade produkter. De fick också beskriva olika sätt som de försökt att hantera hinder och erfarenheter av detta. Anteckningar fördes i samband med intervjuerna. Intervjusvaren kodades sedan och kategoriserades därefter i aspekter på process, struktur, resurser och kultur. Varje intervju varade i minst två timmar.

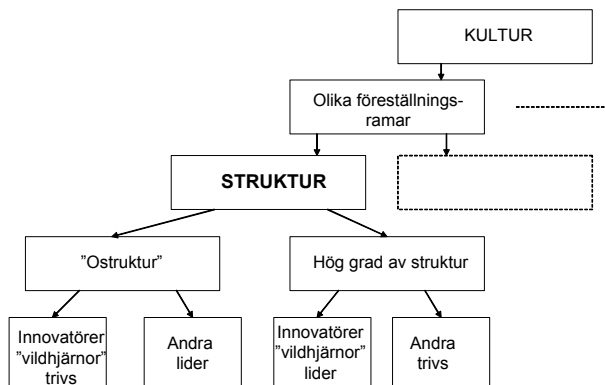
### **3.4 Root analysis**

Vid analysen av de hinder företagen haft vid integrerad mjuk- och hårdvaruutveckling har vi använt oss av rotanalys. (Det finns omfattande modeller kring rotanalys se exempelvis Latino och Latino, 2002).

1. Processen började med intervjuer och respondenternas fria svar kategoriserades i kategorierna struktur, process, kultur och resurser. Vi använde oss av orsaks/verkansdiagram (Ishikawa, 1990). För att diagrammen inte skulle bli alltför omfattande har endast huvudgrenarna tagits med i diagrammet. För att illustrera metoden visar vi nedan ett exempel. Olika föreställningsramar om struktur kan vara ett hinder vid framtagning av integrerade HW/SW produkter, se KULTUR-kategorin i figuren nedan.



”Struktur” inringat i orsaks/verkans-diagrammet ovan kan brytas ned ytterligare (se nedan) vilket diagrammet ovan inte tillåter då för stor detaljrikedom skulle uppstå.



Figur 3. 2. Ytterligare nedbrytning

2. Dessa hinder har i sin tur analyserats utifrån dimensionerna mjukvarans strategiska roll (huvud- eller stödfunktion) och företagens erfarenheter (novis eller erfaren expert), vilket ger fyra typfall.

3. Slutligen har hypoteser för de fyra typfallen utvecklats.

## 4 Innovationssystem

*Fokus i kapitel fyra är på vad ett innovationssystem kan vara utifrån ett urval teorier och den empiri vi insamlat. Avsnitt 4.1 börjar med att titta närmare på begreppet innovationssystem uppdelat på system/innovation/innovationssystem. Kapitlet fortsätter sedan med utvecklingsresurser och integrerad SW/HW (4.2) samt olika perspektivnivåer (4.3). Slutligen redovisas industrins bristande syn på och förståelse för innovationssystem.*

### 4.1 Litteratur om innovationssystem

#### 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.

#### Innovation

Innovationer har inspirerat ett mycket stort antal forskare menar såväl Kimberly (1981) som 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 men mer om organisation och attityder. Enligt Haragadon och Sutton (2000) har de innoverande företagen lärt sig att systematisera processen. Vad är då mindre 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 såsom att fler studier är utförda inom teknologiska innovationer än ”managerial” innovationer och att 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 dock 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 den 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 anlagt ett adoptions/anpassningsperspektiv. Innovationsstudier har blivit studier om hur man ska övervinna byråkratiska hinder. Författarna menar att det forskarsamhället inte har uppnått är att utveckla modeller som integrerar innovationsaktiviteter på en mikro-(organisatorisk) nivå med en makronivå – 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 vara till hjälp att teoretiskt förstå hur konsortier, allianser och joint ventures påverkar innovationsgraden. Teorier om innovationer måste reflektera över hur innovationer produceras och influeras av multipla faktorer såsom

- 1) Globalt, 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.

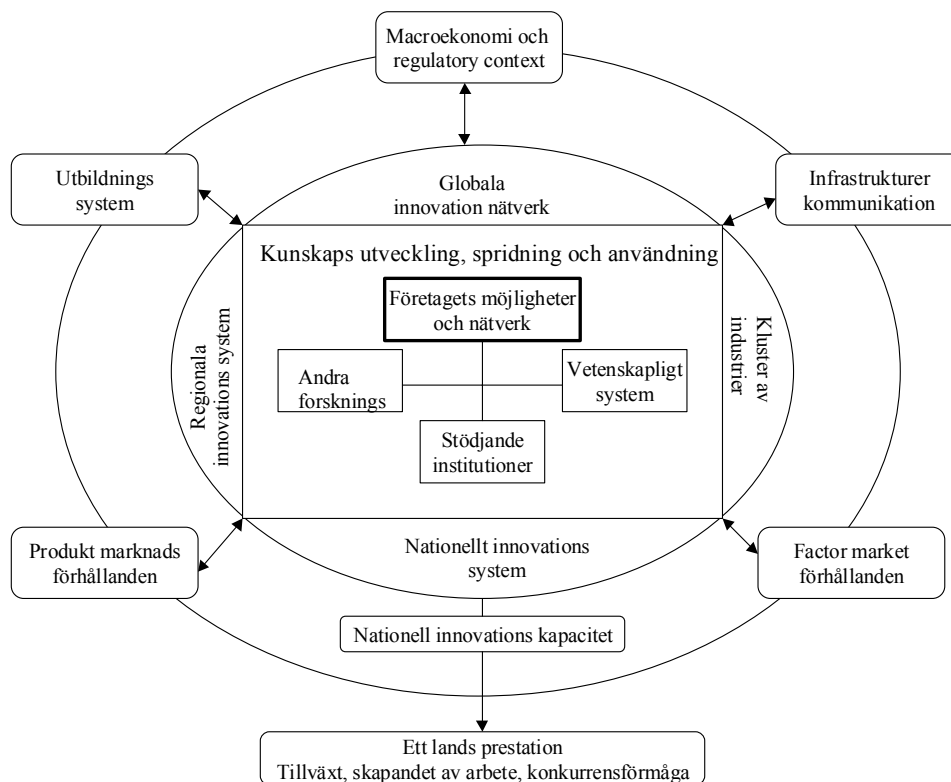
Forskningen behöver utveckla en mer komplex och förädlad förståelse för innovation i en modern värld av organisationer.

### **Innovationssystem**

Ett annat perspektiv på innovationer är systemangreppssättet. Litteratursökningarna gav relativt få 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 beteendemönster såsom 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 4.1. 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- nivå. 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 (1995) 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 begreppet 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 problemhantering. Innovationsprocessens skillnader med avseende på massproducerade varor respektive komplexa produkter och system ses i tabell 4.1 nedan.

Tabell 4.1. Ledningens utmaning: komplexa produkter och system kontra massproducerade varor. Från Hobday och Rush (1999).

<b>Utmaning</b>	<b>Massproducerade varor</b>	<b>Komplexa produkter och system</b>
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 karakteriserad 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.
- Managring av innovation och systematiska analyser av innovationsprocesser. Det behövs kanske en ny ”management”-paradigm olikt 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 den ”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.

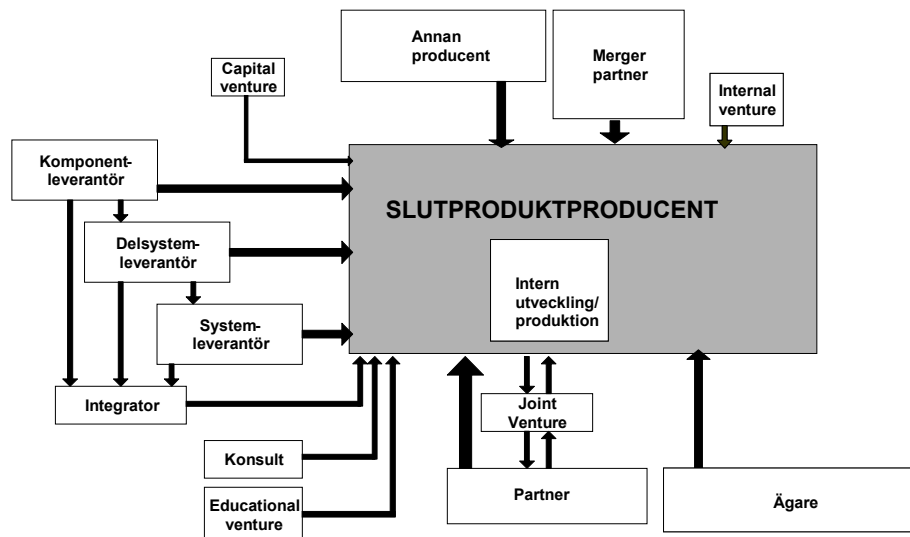
## 4.2 Litteratur om utvecklingsresurser och integrerad SW/HW

*Kapitlet 4.2 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.*

### 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 regeringsmaktsenheter 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 samhällsnivå i sin analys. Enligt Gibbons (1994) är den traditionella produktionen av kunskap för oflexibel som t.ex. i 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 4.2. 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.

### 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. Produkt-teknologier kan lösa problem och eliminera fel. Processteknologier kan kräva nya sätt att hantera information. På den *radikala sidan* är effekterna av innovationer de omvända. Istället för

att öka eller förstärka så avbryter eller förstör innovationer. Existerande resurser, förmåga eller kunskap passar dåligt eller inte alls. (Schumpeters teori om kreativ destruktion).

### **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 marknadsmöjligheterna. Tillverkningen måste gå snabbt. Den *reguljära 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 (1996) 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.

### **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 organisationen om strategi och att säga nej. En strategi genererar 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).

### **Resurser och kompetens för teknisk utveckling**

Enligt Iansiti (1995) är utveckling av ”frames of reference” det fundamentala för lärandet och teknologisk utveckling i en FoU-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 FoU-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 vertikala dis-integrationsstrategier 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 fokuserar idag 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.

### **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.

De 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 kunskapskapande 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 den 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.

### **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 FoU som ersätter en äldre generation av teknologi (Breakthrough approach) eller så kan företaget fokusera på kombinerad av existerande teknologier för att skapa hybridteknologier (technology fusion). Technology fusion har blivit en viktig strategi för att skapa nya produkter och nya material. Företag som väljer att vila på en inåtblickande breakthrough strategi är i framtiden begränsade 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 forskningen 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 ingenjörskulturer. 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 organisationstillhörigheter. Ledarstil, kommunikationsmönster och geografisk placering är några saker som kan skilja.

### **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-rutinuppgifter 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.

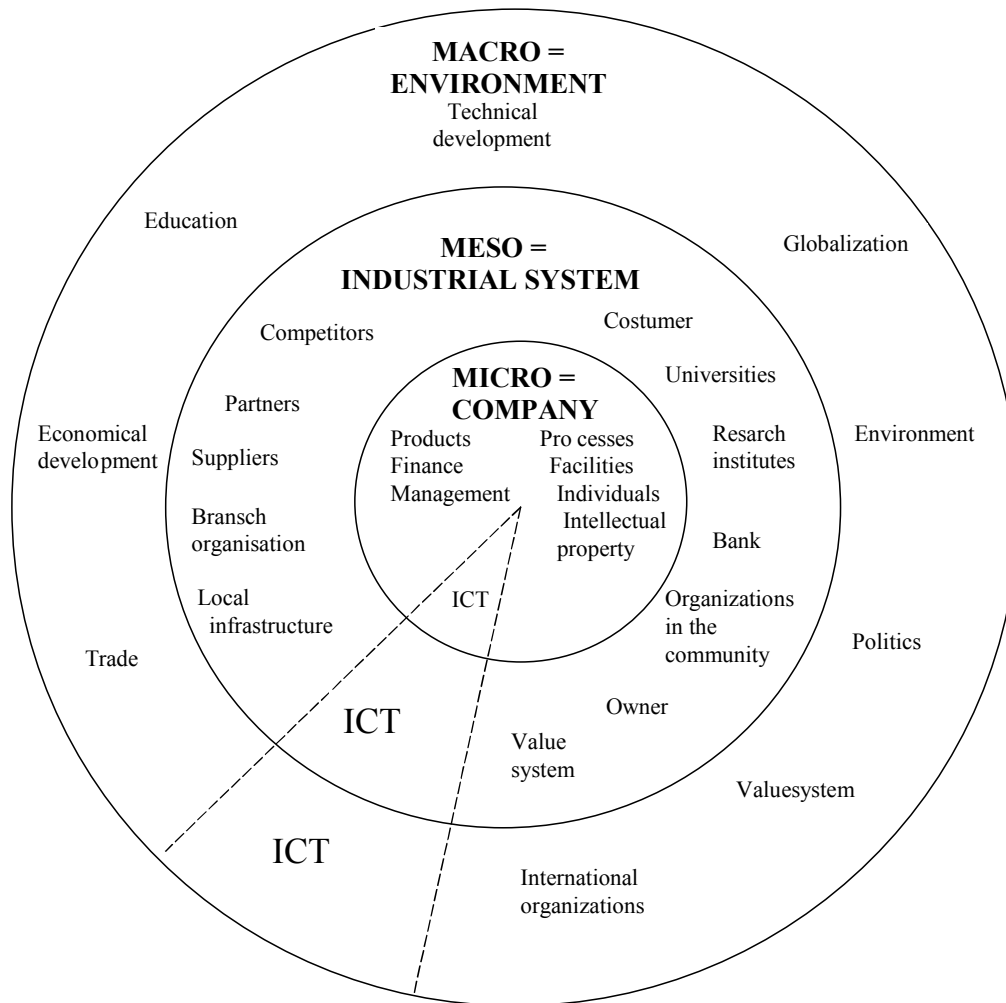
När nya processer eller nya datorbaserade verktyg införs i ett industriföretag är syftet naturligtvis att förbättra produktkvalitet, minska ledtider och göra organisationen mer effektiv. Inom managementlitteraturen finns idéer och modeller för hur man kan uppnå lyckade förändringar. Litteraturen är dock 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.

### **4.3 SWOT-analys för IT-utveckling i tillverkningsindustrin**

I detta kapitel har en analys av hot och möjligheter för samt styrkor och svagheter i innovationssystemet för IT-utveckling i tillverkningsindustrin utförts på makro-, meso- och mikro-nivå. Syftet är att visa på de olika perspektiv man kan lägga på innovationssystemet i tillverkningsindustrin samt beskriva förutsättningar och egenskaper i systemet. Vi har i nedanstående figur strukturerat analysen i olika faktorer för analys på de tre nivåerna. Varje faktor på respektive nivå behandlas kortfattat i form av ”statements” i avsnitten makro-, meso- och mikronivån.





Figur 4.3. 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 8<sup>th</sup> International Product Development Management Conference.

## 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 är väsentligt. Vilka funktioner kan åstadkommas genom mjukvara i produkt- och processutveckling?

### INFORMATIONS- 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 ständig 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. Det uppstår risker när vi blir beroende av strategiska komponenter från andra politiska block. I Sverige har vi många hemmamarknadsföretag. Företagen måste vara där ute, speciellt 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. Här uppstår ökade krav på både produkter och processer. Funktionsförsäljning och cirkulära produktionssystem blir möjligare med IT-integration. Det blir 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 perspektivet saknas.

## UTBILDNING

Sverige har ett flertal ledande högskolor inom teknik, ekonomi och medicin. Arbetskraften i allmänhet är välutbildad vilket möjliggör avancerade former av produktion. Utbildningssystemet i Sverige utbildar relativt få akademiker. Det lönar sig inte att efter högre utbildning 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 (vid tiden för studien), 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.

## 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 några 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. Konkurrensen handlar inte om den fysiska produkten utan applikationerna, i grunden är produkterna desamma.

### 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 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 röner 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 internet 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 upplevas 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 företags språk.

## SAMHÄLLELIGA ORGANISATIONER

Inrättade organ för stöd känns som om de var till föga nytta. De 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 forskningsfinansierarnas 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 disciplinränserna. Universitet och högskolor är inte organiserade för problemställningen informationsteknologin i tillverkningsindustrin.

## BRANSCHORGANISATIONER/ FORSKNINGSSINSTITUT

Ganska små insatser görs. Branschorganisationer bearbetar dessa frågor på relativt teknisk nivå. Insatser finns på produktionsteknisk nivå men frågeställningarna 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 en möjlighet men också ett hot eftersom den är relativt dyr. Svenska företag har för litet kapital.

## VÄRDESYSTEM

Branschbegreppet är ett problem i sig. Program är ofta 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 och lönsamhet på kort sikt. Synen på industriella system och industriell utveckling i samhället har gått från kritisk till positiv. Det finns positiva värderingar kring företag och tillväxt. Nya branscher förknippas med tillväxt och gamla med ”värdeföretag”.

## 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 är 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. (Ändrats under studiens slutskede)

### 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 i 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” stora delar av dem. 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 telefoni med Internet, mobil med positionsangivelse, GPS och larm med elsystem. Produkter kommunicerar mycket mer med varandra. Produkter integrerar allt fler funktioner. Producentprodukter (processutrustning) blir mer intelligenta och kommunicerar. Friformsframställning genom

IT-styrning möjliggör 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. 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 är ofta bara kunnig inom traditionell tillverkningsindustri och inte inom mjukutveckling. Det saknas organisationsformer för integrering av hård/mjuk utveckling. Utvecklingshastigheten är mycket hög och managementsystemen är inte gjorda för den hastigheten, många lever i plansystemet. Industrieföretagens 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 "obsolete". Kulturkrockar vid samutveckling av hårdvara och mjukvara måste hanteras. Det är svårt att rekrytera kompetent IT-personal till tillverkningsföretag men viss förbättring kan skymtas. En risk finns att mekaniker inte kan kompetensutvecklas. Den för företagen erforderliga utvecklingskunskapen finns i hög grad externt och i andra kulturer. Dessa individer vänjer sig vid 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

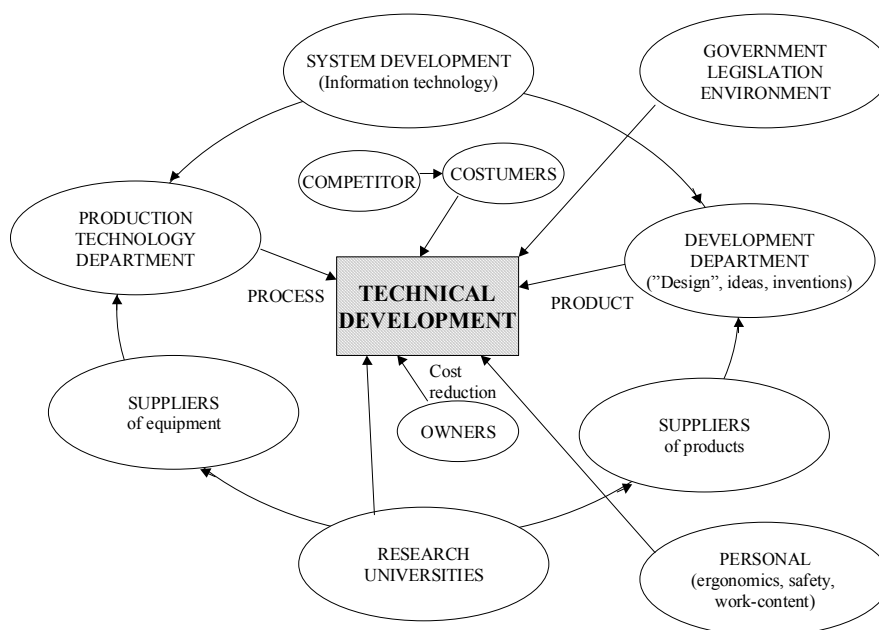
Det blir allt svårare att under längre tid skydda produktfunktioner. Den globala konkurrensen gör att förmågan att skydda sig blir svårare. Små företag som inte har patentkunskap och lär sig hantera IPR (Intellectual Property Right) får svårt att överleva.

#### 4.4 Synen på och förståelse för innovationssystem

I detta avsnitt redovisas respondenternas syn på vad ett innovationssystem kan vara. Analysen nedan har belysts med många kursiverade citat från respondenterna. Det är tydligt att den perspektivnivå en systemsyn kräver till stor del saknas. Detta påverkar sannolikt förståelsen för hur förutsättningar för innovation kan skapas.

#### 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. Trots detta såg respondenterna nästan utan undantag inte att innovationer tillkom i någon form av större innovationssystem. Det var endast en av respondenterna som kunde beskriva någon typ av system inom teknisk utveckling (se figur 4.4 nedan).



Figur 4.4. 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 OEM-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 beroendeställning. 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 företagets 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.

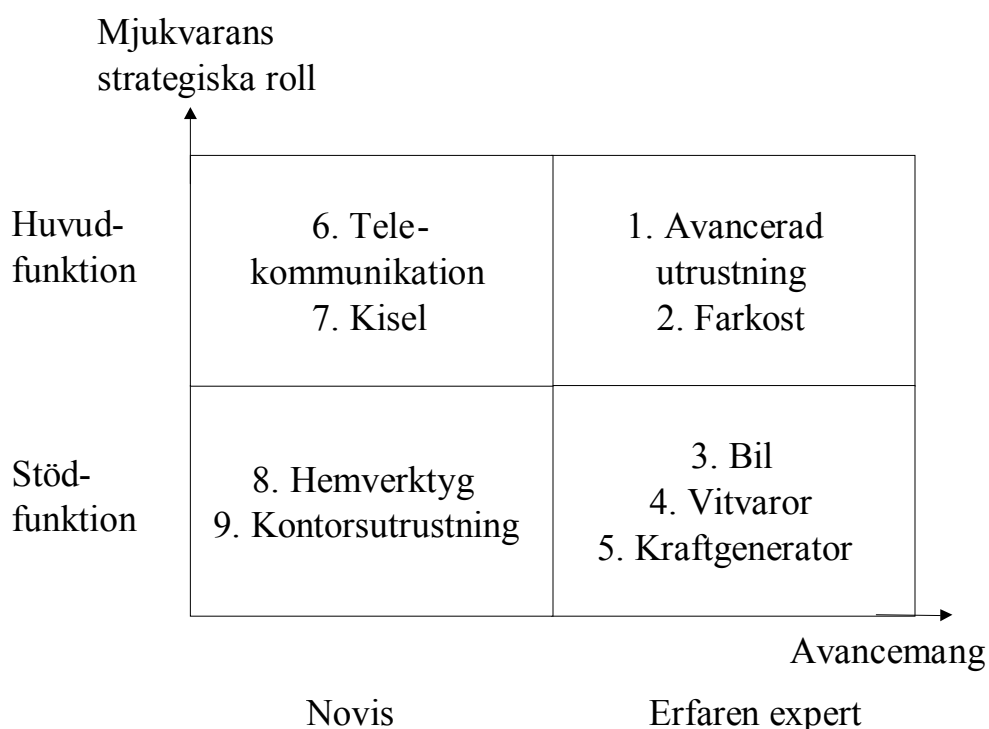
Respondenterna uttryckte att innovationer kom till genom tillfälligheter och tur.

*”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.”*

## 5 Studerade företag

Kriterierna för valet av företag innefattar dimensionerna mjukvarans strategiska roll (huvud- eller stödfunktion) och avancemang (novis kontra erfaren expert). I projektet har nio företag valts ut. De studerade företagen har positionerats i nedanstående figur; avancerad utrustning, farkost, bil, vitvaror, kraftgenerator, telekommunikation, kisel, hemverktyg, kontorsutrustning. Respektive organisation beskrivs kortfattat nedan.



Figur 5.1 De studerade företagen

### Företag 1 Avancerad utrustning

Idag kan företaget karaktäriseras som moget när det gäller denna typ av projekt och de arbetar professionellt med integrerad hård- och mjukvara. Företaget har erhållit pris för bästa design och produktrealisering. Företaget hade strategier, upprepbara processer, tydlig organisation och klara ansvarsområden. Organisationen kan idag ta nödvändiga beslut. Organisationen har tillämpat en ”projektrealiserings”-strategi, för att realisera produkten i alla faser; utveckling, produktion, marknadsföring, logistik, service etc. Generalister hade ersatt ledningen som hade specialistkompetens. Tidigare har företaget drivits av innovatörer och man arbetade inte på ett strukturerat sätt. De var oerfarna i att hantera integrationsprojekt och arbetade utan styrnings- eller uppföljningsprocesser. Vid den tidpunkten lämnade många anställda företaget och man blev tvingade att dokumentera arbetsprocesser. Man fann att en ren projektorganisation var destruktiv för att ingen tog hand om individerna. Idag har man en kombination av projekt- och linjeorganisation. Generationsskillnaderna var betydande; på mjukvarusidan hade man en medelålder på 25-35 år och på hårdvarusidan 45-50 år. Företaget försökte minska antalet konsulter och förbättra innovationsprocessen.

### Företag 2 Farkost

Detta företag har en lång tradition av integrerad hård- och mjukvaruutveckling och företaget har systemavdelningar. Vidare har företaget processer och strukturer för denna typ av aktiviteter. Några exempel på aspekter som har varit centrala på företaget har varit att förse de anställda med lätt tillgänglig information och kunskap, göra modelleringar och simuleringar, förse med stöd samt6 underlätta vertikal och horisontell kommunikation intern och externt. Nu arbetar företaget på hur de ska utveckla processer för att ta in nya innovationer från underleverantörer och hur produkten ska bli öppen för nya teknologier.

### Företag 3 Bil

Företaget är ett globalt företag med många nationaliteter från hela världen. Företaget har erfarenhet av integrerat hård- och mjukvaruarbete och det finns mjukvarukompetens inom företaget. En av ”integrationsavdelningarna” kunde utveckla en ny produktvariant med ny mjukvara inom två dagar. Företaget har försökt att behålla idén om ”det lilla företaget i det stora”. Ledningen inom den integrerade avdelningen var skicklig i att kommunicera vilka kompetensresurser som behövdes. Få nyckelpersoner hade slutat. Företaget belönade både bra och dåliga prestationer. De anställda på integrationsavdelningen hade låg medelålder, vilket gav en atmosfär av nybyggeranda. Företaget belönade människor som delade med sig av sin kunskap till andra. Ansvar delegerades i organisationen. Företaget arbetade med security, företagsvärderingar, feedback och en filosofi om vikten av respekt för individen och mångfald. Det fanns inte så många tekniska hinder i integrationsprocessen.

### Företag 4 Vitvaror

Ett globalt företag med aktiviteter i många länder. I det här studerade fallet låg mjukvaruutveckling i ett land, produktutveckling i ett annat och tillverkning i ett tredje. Hård- och mjukvaruprojektet hade utvecklats inte utan svårigheter. Det första systemet var inte robust nog. Projektet hade expanderat mycket mer än vad som var menat från början. En del teknologiska val hade inte utförts bra i de tidiga faserna. Företaget förstod nu att produktfunktioner som interface, användarvänlighet och lätthet att navigera var mycket viktigare än de först trott. Om de hade förstått detta skulle de ha nått marknaden tidigare. Om de hade gjort bättre teknologival och spenderat tid på hur de skulle arbeta med mjukvara så hade de inte förlorat tid.

### Företag 5 Kraftgenerator

Detta är ett globalt traditionellt mekaniskt företag. Företaget har utvecklat flera produkter med både hård- och mjukvara men en del produkter hade svårigheter att nå marknaden. I organisationen fanns kunskap om mekaniska problem men de hade också en del svårigheter att finna/köpa mjukvarukompetens (inom såväl som utanför deras egna organisation) och de hade också haft problem med stöd och underhåll av elektronik och mjukvara.

### Företag 6 Telekommunikation

Från början hade företaget separata utvecklingsorganisationer för hård- och mjukvara med olika traditioner. Det hade varit viktigt att få en integrerad process. Man hade koordinerat hur man hanterar produkt- och processkrav, referensmodell, informationsmodell, produktidentitet, förändringsprocesser, kvalitetssäkring och supply chains. Hård- och mjukvara bestod av två starka kulturer och det var svårigheter att integrera dem. Projekten fullföljdes inte och efter 7-8 år avbröts projekten på grund av konflikter mellan och olika

attityder hos personer som utvecklade de nya systemen och personer som underhöll de gamla. Dessa år betraktades ändå som kreativa/innovativa faser enligt en av respondenterna och ett resultat var många produkt spin-offs.

#### Företag 7 Kisel

Ett "start up" företag som utvecklar och producerar "front-end silicon" för avancerade nätverksapplikationer. I organisationen fanns oklara roller och få väldefinierade processer och även brist på utveckling av processer och dokumentation. Företaget strävade efter att bli ett företag med mer strukturer och hade provat på matrisorganisation. Det fanns få erfarna ingenjörer med industriell kompetens; de flesta av de anställda var forskare eller nyexaminerade ingenjörer. Företaget har utvecklats från ett forskningsprojekt initierat vid ett universitet. En av respondenterna uttryckte det enligt följande: "På universitetet kunde de ignorera att halva kiset inte fungerade". Denna försumliga attityd var bevärande i början av företagets historia. Nu hade denna attityd förändrats och fokus var nu på att få ut produkterna på marknaden. Istället var det nu en brist på innovation. Första generationens produkter tar alla resurser och andra generationens produkter har svårigheter. Företaget har gått från att ha varit ett dynamiskt företag utan processer till ett mer traditionellt företag med industriella metoder.

#### Företag 8 Hemverktyg

Företag 8 är ett traditionellt tillverkningsföretag som inte haft mjukvara i sina tidigare produkter. Det är få akademiker på företaget. Tidigare drevs utvecklingen av produktion men nu hade de börjat röra sig mot mer marknadsdriven utveckling. Tre personer tog ansvaret att pusha integrationsprojektet. De utförde riskanalyser, SWOT-analyser, idégenerering, sökning av idéer på utställningar, prototyputveckling och försökte finna mjukvarupartners. Företaget hade vidare byggt en projektorganisation och använde konsulter som teammedlemmar. Ett hinder var att ledningen inte hade tilliten och vågade inte ta det första steget mot ny teknologi. Projektet kommer att avbrytas framöver.

#### Företag 9 Kontorsutrustning

Detta företag är också ett tillverkningsföretag med en del elektronik i sina traditionellt mekaniska produkter. 1970 anställdes en person med elektronikkompetens och fortfarande idag är företaget beroende av ett fåtal personer vad avser denna kompetens. Dessa personer fungerar som individuella integratörer; en person med förmågan att förklara, pedagogisk kompetens, enligt en av respondenterna. Integratören uttryckte om sig själv att han inte hade behov av att använda ett fikonspråk för att visa makt. Enligt respondenterna hade företaget få problem och hinder i hård- och mjukvaruprocessen. Företaget kan karaktäriseras som ett företag som "inte vet att de inte vet". De elektroniska lösningarna blev dyra men hade kunnat göras billigare om företaget hade haft en relevant kompetens de inte visste existerade.

## 6 Analys

### 6.1 Hinder i hård- och mjukvaruutveckling

De hinder som identifierats vid utveckling av integrerad hård- och mjukvara redovisas i nedanstående figur 6.1. Struktureringen av hinder bygger på kategoriseringar av respondenternas svar. Figuren 6.1 visar olika hinder för att uppnå en integrerad produkt i tid till godtagbar kvalitet och kostnad inom kategorierna struktur, kultur, process och resurser. Exempelvis ses i figuren att ett hinder, eller en typ av hinder, inom kategorin resurser kan vara brist på individuella integratörer, personer som kan både hård- och mjukvara. Ett sådant hinder som vi kan kalla en typ av eller en grupp av hinder utgör en gren i rotanalysen. Inom denna grupp kan vi sedan identifiera mer specifika hinder som framkommit i studien. Sålunda ses i figuren att det kan handla om brist på systemarkitekturkompetens eller att IT-teknologin är ”okänd” för ingenjörer med mekanisk bakgrund. Sådana speciella varianter av hindertypen utgör alltså kvistar på grenen.

Utöver att identifiera hinder var projektets frågeställning om det fanns skillnader i vilka hinder företagen har beroende på mjukvarans strategiska roll och företagets erfarenhet av integrerat arbete. Dessa skillnader redovisas i avsnitten 6.2, 6.3, 6.4 och 6.5. Ett övergripande resultat är att hos de mer erfarna företagen fann vi i första hand hinder i kategorierna process, struktur och resurser. Få respondenter i de erfarna företagen talade om kulturrelaterade hinder. Man hade accepterat att olika värderingar och föreställningar existerade och man hade lärt sig att gå runt dem. En djupare analys av respektive fall kommer i en kommande artikel (Karlsson och Lovén, 2003b).

De efter företagets situation uppdelade hinderna redovisas efter den samlade figuren 6.1 enligt följande:

6.1 Hinder i hård- och mjukvaruutveckling

6.2 Mjukvara har en stödfunktion och företaget är novis inom området

6.3 Mjukvara har en stödfunktion och företaget är en erfaren expert

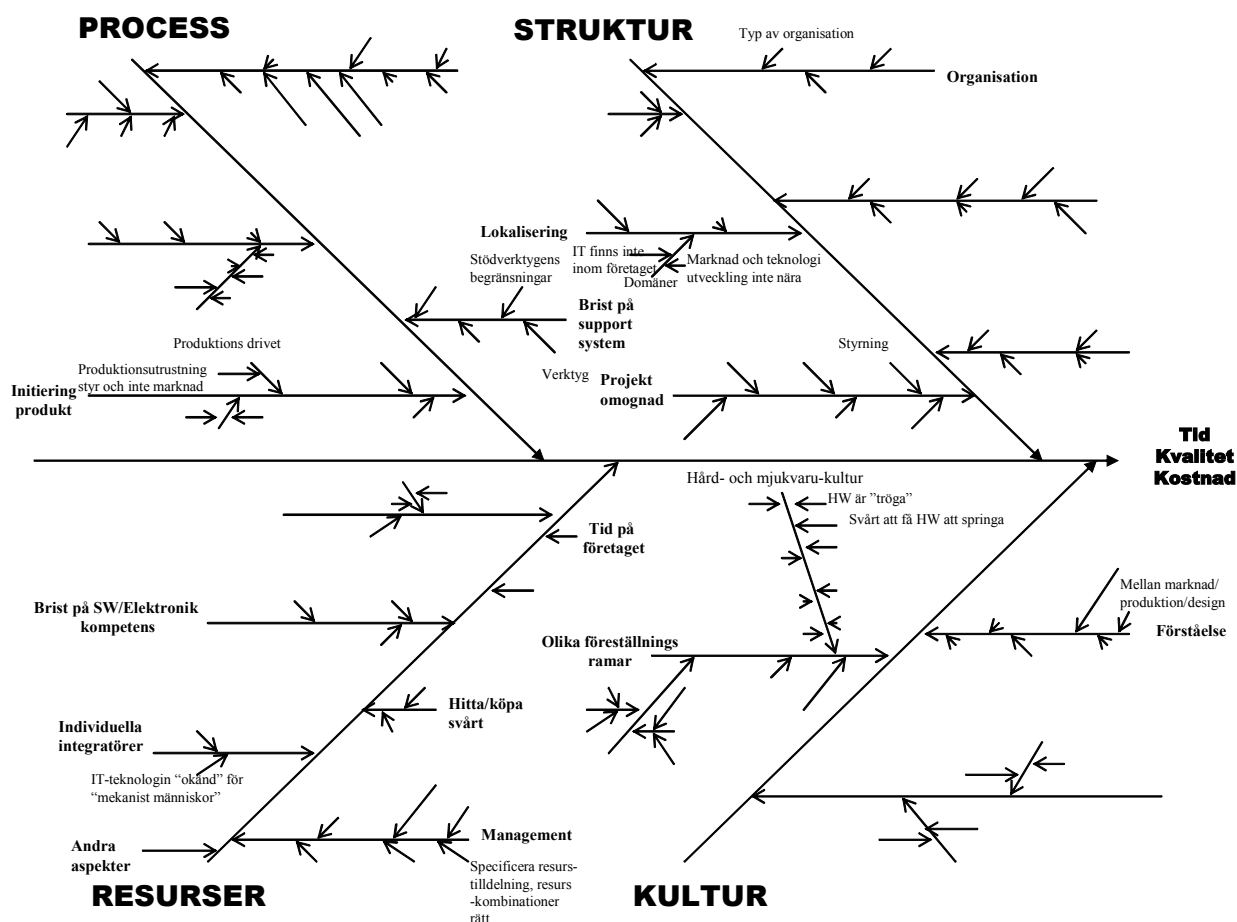
6.4 Mjukvara har en huvudfunktion och företaget är novis inom området

6.5 Mjukvara har en huvudfunktion och företaget är en erfaren expert



## 6.2 Mjukvara har en stödfunktion och företaget är novis inom området

Sammanfattningsvis kan man säga att om mjukvara endast har en stödfunktion och företaget inte har speciellt stor erfarenhet av integrerad mjuk- och hårdvaruutveckling finns få problem eftersom att organisationen har liten erfarenhet av denna typ av integration. Hindren finns kring resursdynamiken. Människor har varit på samma företag under lång tid. Företaget är inte så attraktivt och IT-teknologin är ”okänd” för den traditionella mekaniska ingenjören. Olika föreställningar mellan hård- och mjukvarukulturerna existerar. Den för denna företagstyp typifierade hinderstrukturen framgår av figur 6.2.



Figur 6.2 Hinder i hård- och mjukvaruutvecklingen. (Mjukvara har en stödfunktion - företaget är novis inom området) Kategoriseringar utifrån respondenternas svar.

Några svar från respondenterna som exemplifierar hinder inom kategorierna i ovanstående figur är följande.

### Resurser

*"De problem som är störst är att komma igång i tid och att börja specificera resurstilldelning och att resurskombinationerna blir rätt. Man kan ju inte alltid välja spetsarna och måste plocka av det som finns." (Kontorsutrustningsföretaget)*

*"Många har inte SMS....Jag tror att man måste utbilda dem som finns i organisationen inom IT. Man får en bättre förståelse för området. Jag tror det är viktigt att man får en förståelse för vad man kan göra med IT." (Hemverktygsföretaget)*

"Företaget är ett gammalt företag och de flesta är anställda på 60-70-talet....Medelanställningstiden > 25 år. Många har haft samma arbetsuppgifter."  
(Hemverktögsföretaget)

### Kultur

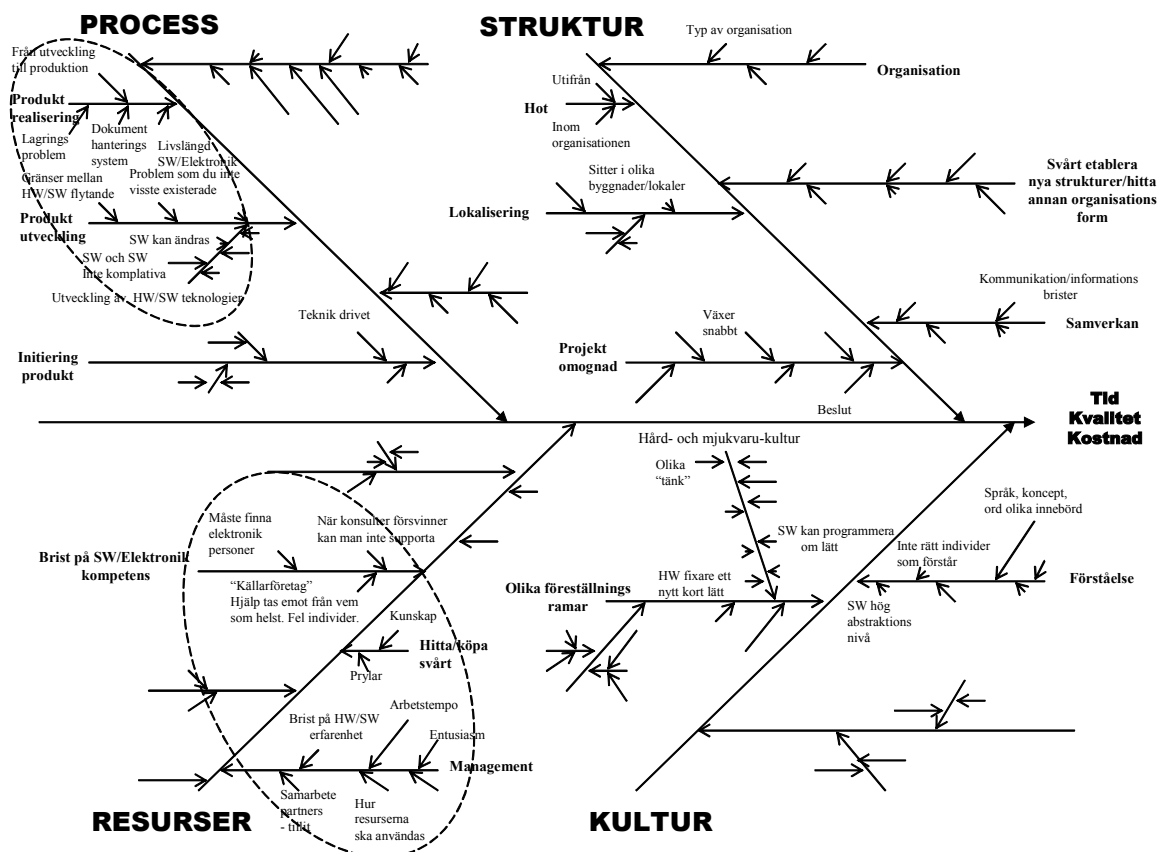
"HW är en lojal grupp av människor. Det är svårt att få dem att springa."  
(Hemverktögsföretaget)

### Process

"Företaget har styrts av produktion. Man har tittat på vad man har för produktionsutrustning och inte tittat på marknaden när man utvecklar produkterna."  
(Hemverktögsföretaget)

## 6.3 Mjukvara har en stödfunktion och företaget är en erfaren expert

I de fall vi har ett företag där mjukvara endast har en stödfunktion men företaget har en del erfarenhet inom området brottas de med i huvudsak produktrealiseringsprocessen från idé till produkt, se strekat nedan. Resursproblemen är ungefär desamma som i företagstypen ovan (6.2) men företaget är lite mer attraktivt. Det finns en dock del svårigheter i samarbete med partners. Den för denna företagstyp typifierade hinderstrukturen framgår av figur 6.3.



Figur 6.3 Hinder i hård- och mjukvaruutvecklingen. (Mjukvara har en stödfunktion och företaget är en erfaren expert) Kategoriseringar utifrån respondenternas svar.



Några svar från respondenterna som exemplifierar kategorierna i ovanstående figur är följande.

### **Resurser**

*”Nu hittar man en konsult på stan och får igång det och sedan försvinner konsulten så att man inte kan supporta.” (Kraftgeneratorföretaget)*

*”Med en del partners har det inte gått så bra. Leverantörerna levererade inte vad de skulle. Nu har vi en väldigt öppen kommunikation. Bättre än sex månader sedan. (Vitvaror)*

*”Vi använde oss av en ”källarfirma” som måste få hjälp från alla håll. Trots det lyckades vi få ihop det. Man samlade ihop fel folk. Vi arbetar på en monopolmarknad och vi tror att vi är odödliga. Vi har trott det hittills. Man väljer fel folk.” (Kraftgeneratorföretaget)*

*”Tillgång på personer är en bristvara. Vi köper och säljer prylar av varandra. Det är ett problem. Det är väldigt taskigt med interna rutiner. Köpa eller få är väldigt komplicerat. Det är svårare att köpa internt än externt.” (Kraftgeneratorföretaget)*

*”Det kan vara frustrerande för ingenjören att inte användas på rätt sätt.” (Bil)*

### **Kultur**

*”Vi bråkar inte så mycket (Hårdvaru- och mjukvarusidan). Ibland kanske vi inte förstår varandra. Dom kanske tycker att det bara är att fixa ett nytt kort. Vi tycker att det bara är att programmera om. Det kan bli en hög abstraktionsnivå på mjukvara. Vi skulle ha fler projekt där vi tvingades ihop. Nu finns det ett antal mjukvaruprojekt som lever sitt eget liv.” (Kraftgeneratorföretaget)*

### **Process**

*”Mekanikprodukter då går det ju i ett, man kan rita och produktion kan ta över. Men på embedded sidan är övertagandet svårare. Då behöver man någon emellan. Vi skulle behöva en internkonsult som bygger upp kompetensen – ”överlämnandet”. (Kraftgeneratorföretaget)*

*”Hur lagrar man digitalt? Jag fick inget svar från 1990 till 96. Problemet löstes inte innan jag stack. Från papperskopior till CAD-system, mekaniska ritningar digitalt är ok, men att få med vår sida (elektronik) lyckades inte. Jag har inte haft kraft nog att trycka in egen lösning.” (Kraftgeneratorföretaget)*

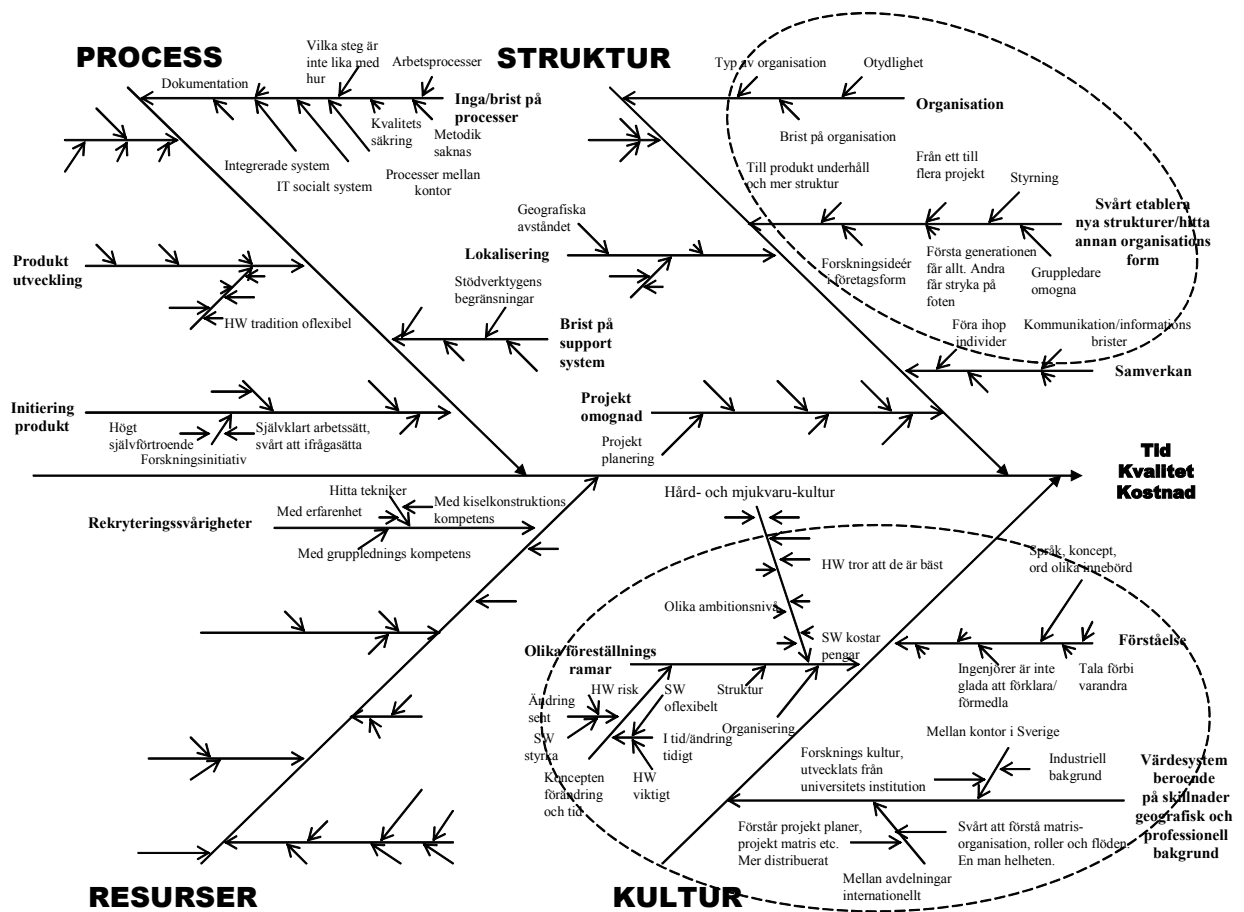
### **Struktur**

*”Ju mer paradigmskifte ju fler hinder. Jag hotade hela staden med min idé.” (Kraftgeneratorföretaget)*

*”Vi har svårt att få platser, det är trångt. Det betyder att andra organisationer måste flytta eller att vi sitter i olika byggnader. Då försämrar man organisationen.” (Bil)*

## 6.4 Mjukvara har en huvudfunktion och företaget är novis inom området

Om mjukvara har en huvudfunktion men företaget är novis inom området är kultur- och strukturfrågor ett stort hinder vid utveckling av integrerad hård- och mjukvara. Resurserna ser inte ut att vara något problem även om det finns vissa svårigheter att hitta ingenjörer med erfarenhet. Olika uppfattningar existerar liksom skillnader i referensramar och kulturer. Företaget är inte ännu bra på att hantera dessa diskrepanser, vilket kan ses i processer och strukturer. Det finns svårigheter i att etablera nya strukturer och nya organisationsformer. Den för denna företagstyp typifierade hinderstrukturen framgår av figur 6.4.



Figur 6.2 Hinder i hård- och mjukvaruutvecklingen. (Mjukvara har en huvudfunktion - företaget novis inom området) Kategoriseringar utifrån respondenternas svar.

Några svar från respondenterna som exemplifierar kategorierna i ovanstående figur är följande.

## **Kultur**

*"Baslinje, vad är baslinje? Det finns ingen delad förståelse för vad baslinje är. De som arbetat med baslinje i 10 år slängde igen dörren. Det har lett till att vi har två olika tolkningar på vad baslinje är." (Telekommunikation)*

*"Företaget genomgår en förändringsprocess från ett start-up företag till mer struktur, från 1:a generationens produkt till 2:a generationens produkt. Vissa lider nu (vildhjärnorna) och andra led innan vid mer ostruktur." (Kisel)*

*"Vår bakgrund påverkar. Vårt ena kontor härstammar från en institution på högskolan och det andra kontoret har industriell bakgrund, mer medvetenhet. Där har det varit friktion. Det som har varit självklarheter på det ena kontoret har inte varit självklarheter på det andra. På ingenjörskontoret talas om vikten av att inte ändra mer, men på forskningskontoret pratar vi mer om styrkan av att sent kunna göra ändringar i produktutvecklingen. De menar att man kanske siktat fel och måste korrigera." (Kisel)*

*"I Sverige är vi förtrogna med att arbeta i projekt, projektplan metodik. Men i Singapore och San José är det något man inte är förtrogen med eller ens vill arbeta så." (Kisel)*

*"Ett antal glada ingenjörer har konstruerat en fantastisk lösning men de är inte lika glada att förmedla och förklara." (Kisel)*

*"SW/HW är två communities som försöker att påverka varandra, varav den ene är storebror och den andre lillebror. Kravhantering/requirement handling är två olika system fortfarande idag. Det är traditioner, vad man ser i en viss kultur. Software kostade pengar tyckte hardware. Hardware tyckte de var bäst. Det finns en stammentalitet." (Telekommunikation)*

## **Process**

*"Produkten initierades på ett universitet. När företaget startades hade organisationen ett oerhört självförtroende. De lurade mig stenhårt. Sex personer hade fått fram en produkt – wow de måste vara genier. Sen insåg jag att de var duktiga men inte genier. Oerhört självförtroende. Det var så självklart hur de skulle jobba. Det var svårt att ifrågasätta men sen kom vad var det jag sa." (Kisel)*

*"Det har försvårats av att vi kommit från en forskningsbakgrund, få vana att arbeta i företaget (forskare) eller varit nyexaminerade, inga riktiga referensramar, omogna gruppleddare, svår process." (Kisel)*

## **Struktur**

*"Rollerna är inte klara, besvärligt. Otydlig organisation det svåraste." (Kisel)*

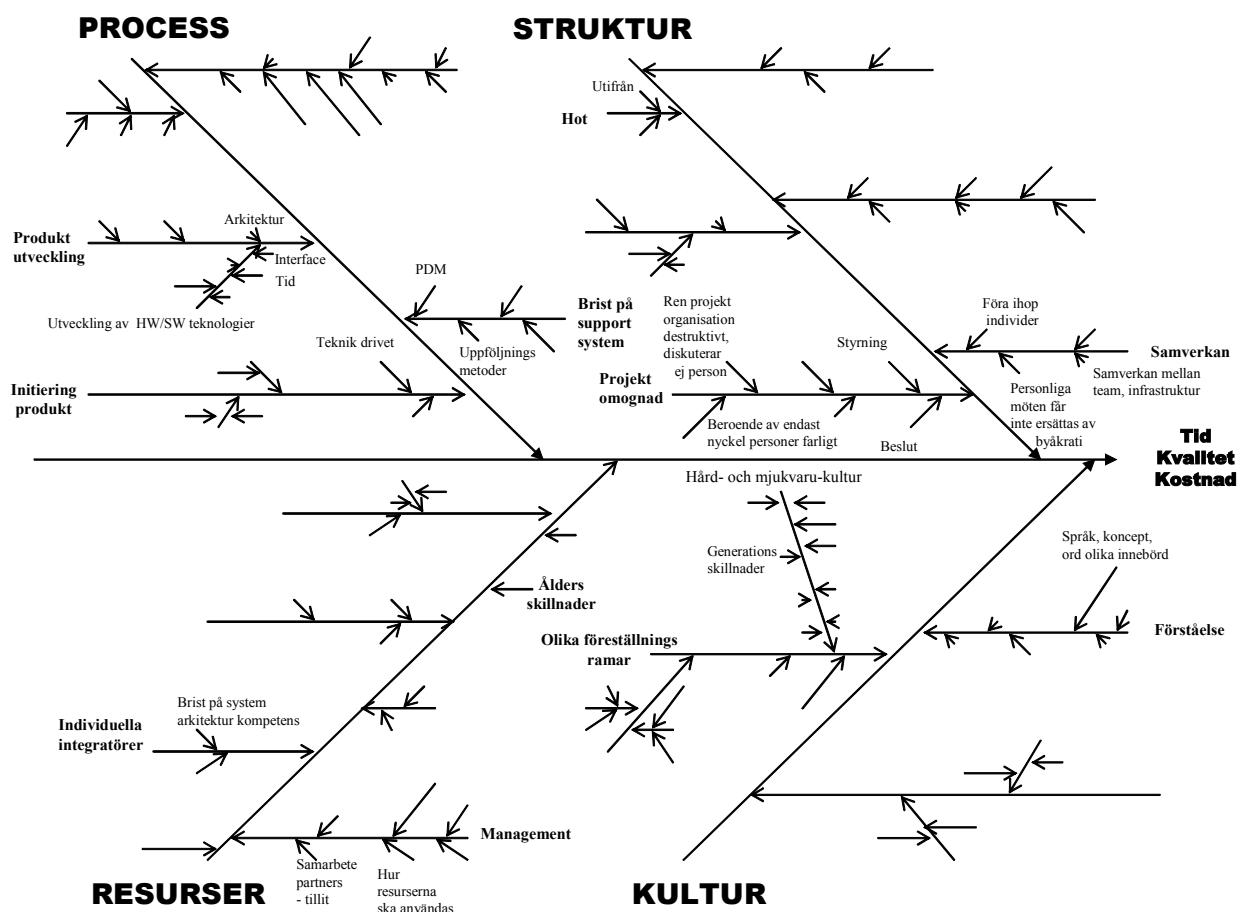
*"Typiskt unga företag - svårigheten att föra över en produkt i en annan fas." (Kisel)*

## **Resurser**

*"Det har varit svårt att rekrytera tekniker som vill gå mot gruppleddning." (Kisel)*

## 6.5 Mjukvara har en huvudfunktion och företaget är en erfaren expert

När företaget av ovanstående typ blir mer erfaren uppkommer ett annat mönster. Företaget har börjat kunna gå runt problem avseende olika föreställningar och kulturella skillnader även fast de fortfarande har svårt att förstå varandra. Denna typ av företag där mjukvaran har en huvudfunktion och företaget hunnit bli mer erfaren försöker hantera samarbete mellan team, projektomognad etc. Den för denna företagstyp typifierade hinderstrukturen framgår av figur 6.5.



Figur 6.2 Hinder i hård- och mjukvaruutvecklingen. (Mjukvara har en huvudfunktion - företaget är en erfaren expert inom området) Kategoriseringar utifrån respondenternas svar.

Några svar från respondenterna som exemplifierar kategorierna i ovanstående figur är följande.

### Resurser

*"Det är brist på personer med övergripande systemarkitekturkunskap som kan både HW och SW. Tunnsått. Väldigt riskabelt. Det finns väldigt många som kan mjukvara, Svårt att hitta någon som kan både HW/SW. Vi skulle behöva fler som hade arkitekturkunskap på systemnivå."* (Avancerad utrustning)

## **Kultur**

*Det finns generationsskillnader, många unga gick i clinch med de etablerade äldre. Det är stor skillnad i ålder och inställning till mjukvara/mekanik. Det är svårare att lära gamla hundar sitta, de har inte behövt skriva ned.” (Avancerad utrustning)*

## **Process**

*Utvecklingscykeln är olika. När SW- och HW-beslut tas är de kopplade till varandra. Man måste styra besluten. Det finns en underförstådd mjukhet i SW. På HW sidan ser man begränsningarna snabbare. Det gäller att hindra att HW springer före. Det gäller att tvinga SW att ta beslut så att det går att komma i mål tidigare. Gäller även konstruktion/produktion och alla utfasningar, integration är svårt. (Farkost)*

## **Struktur**

*”Mycket har varit omognad i organisationen, projektomognad. Vi har haft en skakig projekthistoria. Vi var väldigt ovana att driva projekt. Ingen styrning eller uppföljning.” (Avancerad utrustning)*

*”Team och samverkan mellan team. Hur mycket kraft har ett enskilt team, kontra samverkande. Om alla är frisvängande – suboptimering. Vi får en bunt reservdelar i luften. Koordinatörer får lösa upp konflikter. Infrastruktur mellan teamen viktigt.” (Farkost)*

## 7 Integration

### 7.1 Differentiering och integrering

Koncept som differentiering och integrering är klassiska i organisationsteori. Några forskare som har behandlat dynamiken kring differentiering och integration är Galbraith (1973), Lawrence och Lorsch (1967) och Sheremata (2000). Enligt Galbraith (1973) uppstår olika kognitiva och emotionella orienteringar med olika strukturer. Specialiserat språk, olika "system of meaning", olika tankevärldar och olika kognitiva och emotionella orienteringar är bara några exempel i litteraturen som påverkar graden av skillnader mellan uppgifter. Organisationsdesignproblemet som uppstår från dessa fenomen kallas för differentiering.

Desto större skillnad mellan mål, uppgifter (Galbraith, 1973), funktionella avdelningar (Lawrence och Lorsch, 1967) affärsenheter, plattformar, ledningsnivåer, organisationsprocesser och internationella marknader (Dougherty, 2001) desto svårare är det att uppnå effektiv integration eller samarbete. Lawrence och Lorsch (1967) ställde frågan hur kan integration underlättas utan att man offerar den erforderliga differentieringen?

Dynamiken mellan differentiering och integration har utvecklats av senare forskare som exempelvis Sheremata (2000). Enligt henne samexisterar organiska och mekaniska element i en organisation. Framgångsrik produktutveckling verkar kräva strukturer och processer som gör två saker med olika typ av krafter. Centrifugala krafter ökar kvantiteten och kvaliteten av idéer, kunskap och information som organisationen har access till. Centripetala krafter integrerar dessa material till kollektiva aktioner. Detta demonstrerar vikten av att studera differentiering och integrering simultant. Som en konsekvens därav finns det ett behov av att studera hindren man kan råka ut för i processen differentiering och integration.

### 7.2 Integrationsmekanismer

Det finns många studier som tillhandahåller solida conceptualiseringar av integrationsmekanismer. Ansatserna och forskningsområdena är ganska olika. Studierna diskuterar frågan i generella termer eller fokuserar på specifika empiriska situationer men det saknas studier angående integration av hård- och mjukutveckling.

Lawrence och Lorsch (1967) fann att de mest högpresterande organisationerna lyckades att uppnå hög både differentiering och integration. Ledningen i dessa organisationer hade förmågan att hantera konflikter och problem mer effektivt. Ju mer konfrontation och problemlösning som uppstod i organisationen, desto mer effektiva blev integrationsprocedurerna.

Nedan sammanfattas ett antal integrationsmekanismer (Nihtilä, 1999) som identifierats av tidigare forskare. Mer om integrationsmekanismer kommer att behandlas i en kommande artikel (Karlsson och Lovén, 2003b).

Integrationsmekanismer kan vara enligt Nihtilä (1999).

- Standards
- Scheman och planer
- Gemensamma adjustment (gruppmöten, samlokalisering, milstolpar, design utvärderings möten)

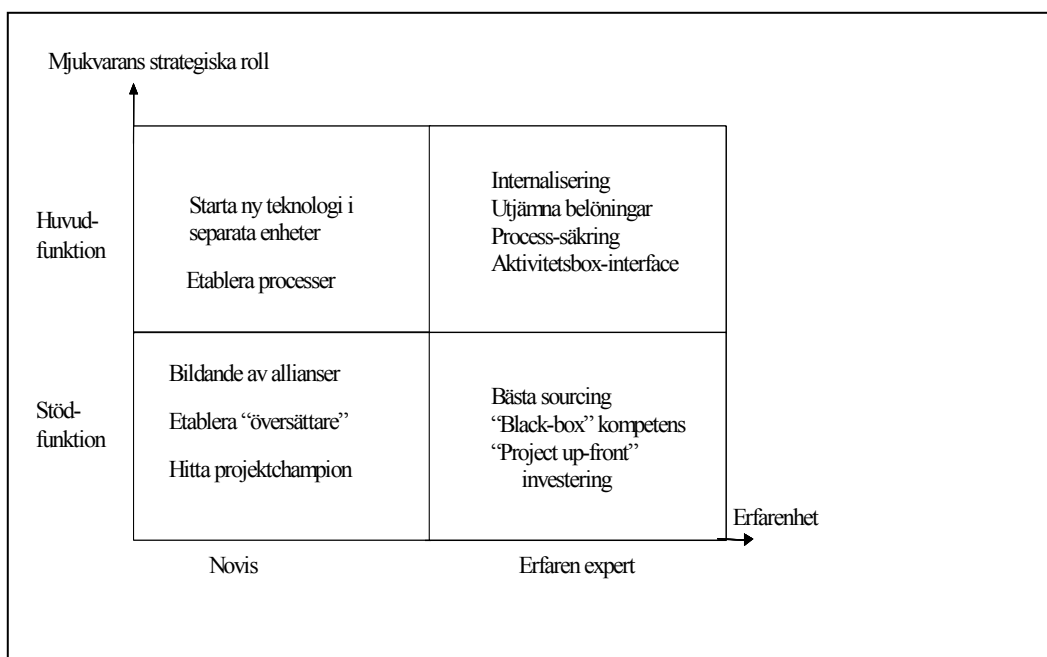
- Manufacturing sign-off
- Integratör
- Personalflyttning (Arbetsrotation)
- Team
- Social interaktion
- Enskild avdelning
- Informationsteknologi

## 8 Hantering av integrerad hård och mjukvara

Vilka hinder har ett företag som ska integrera mjukvara i sina traditionellt mekaniska produkter och hur skall dessa hinder hanteras? Vår forskning visar att det beror på vilken strategisk roll mjukvaran spelar i produkterna och vilken erfarenhet företagen har att hantera de två teknologierna. Problemen företagen har i de olika situationerna är olika och som en konsekvens blir implikationerna för management olika för varje strategisk situation. I nedanstående figur 8.1 ses hypotetiska åtgärder i varje strategisk situation. Modellen utvecklas vidare och kommer att redovisas i Karlsson och Lovén (2003b).

Sammanfattningsvis kan rekommenderade åtgärder i respektive fas se ut så här. I företag där mjukvaran endast är stödfunktion börjar man med att bilda allianser eller hitta andra externa partner. En projektchampion som håller ihop det hela och har överblick behövs. En bra hjälp är om man kan etablera någon form av översättarfunktion som kan förmedla, tolka och översätta de olika teknikspråken mellan de olika teknologierna. Efter hand som företaget mognar och blir mer erfaret börjar man arbeta med att hitta bästa källor för mjukvaruutvecklingen. Man bygger upp en black-box kompetens som kan köpa den rätta utvecklingen. Genom ordentliga satsningar tidigt i projekten ser man också till att utvecklingsaktiviteterna inte kommer i otakt.

I företag där mjukvaran utgör en huvudfunktion i produkten blir mönstret ett annat. Här startar man med fördel egen utveckling i separata enheter som inte störs av etablerade kulturer. Det är också väsentligt att tidigt etablera processer för respektive teknisk utveckling och koordinera processstegen. Efter hand som man mognar och blir mer erfaren plockas den nya teknologin in i den etablerade organisationen – vi talar om en ”internalisering”. Belöningssystem och andra villkor harmoniseras. Processerna säkras genom alltmer rigorösa (ej rigida!) former. Utvecklingsaktiviteterna kan med fördel organiseras i en form av moduler eller ”aktivitetsboxar” som kan utföras tämligen separat medan man har kontroll över deras integration i någon form av ”interface engineering”.



Figur 8.1 Hantering av hård- och mjukvaruutveckling - hypotetiska åtgärder



## 9 Att ställa om organisationen

I detta avsnitt diskuteras hur företaget kan ställa om sig och anpassa sin kompetens för att hantera problemen med integration av hård- och mjukvaruutveckling. Avsnittet inleds med en redovisning av lite litteratur inom området kompetensdynamik och fortsätter sedan med en metoddel, den empiriska basen och resultat. Kapitlet avslutas med ”managerial implications” och hur man ska hantera övergång (”transilience”) från ett kompetensläge till ett annat i olika situationer.

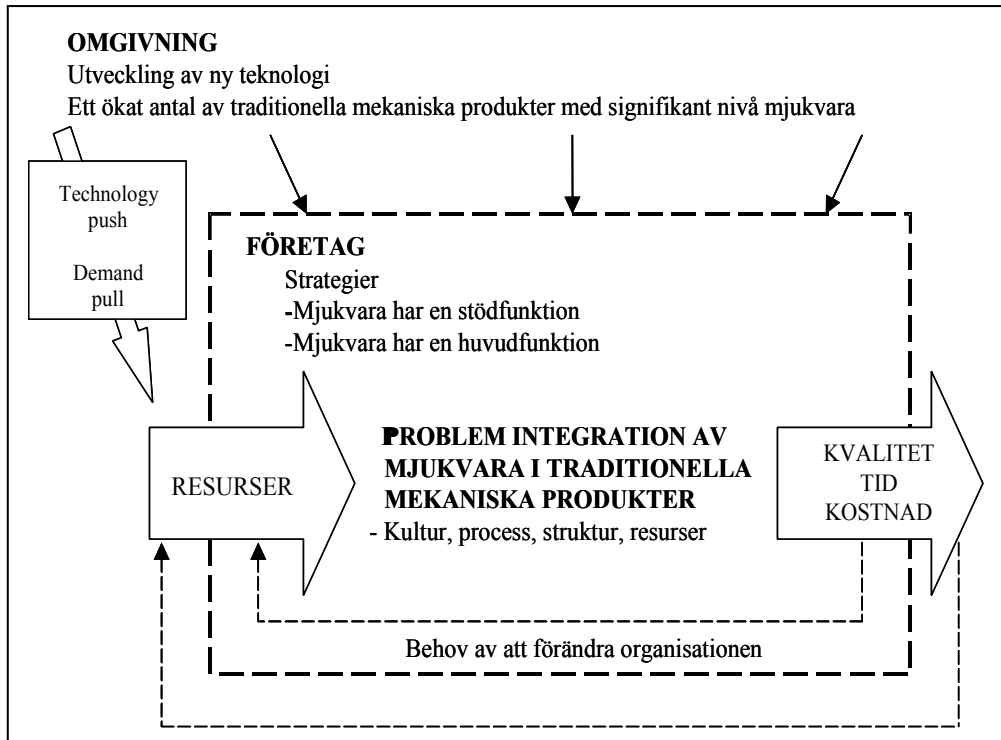
### 9.1 Litteratur om kompetensdynamik (kreativ destruktion)

Företaget kan få ny kompetens antingen externt eller internt genom att välja att utveckla befintlig kompetens. Litteraturen erbjuder ett antal perspektiv på kompetens och kunskap till exempel ”Knowledge management” (Davenport and Prusak, 2000), ”Knowledge creation (Nonaka, 1994; Nonaka och Takeuchi, 1995), ”Knowledge transfer” (Teece, 2001), Core competence (Prahalad och Hamel, 1990) och Organisational learning (Swieringa och Wierdsam, 1992). Våra antaganden är att kunskap kan utvecklas, överföras och leda samtidigt som man måste ta hänsyn till att existerande kompetens kanske inte alls behövs längre och måste bytas ut mot helt ny. Detta har man inte fokuserat så mycket på inom litteraturen om kunskapsmanagement. Fokus i vår studie är på fundamentala förändringar vilka vi kallar kompetens ”transilience”. Nya produkter kan avbryta, förstöra och göra etablerad kompetens föråldrad medan andra förädlar och förbättrar (Abernathy and Clark, 1988). En faktor som påverkar transilienceprocessen är ömsesidigheten mellan produkt- och processinnovation (Utterback, 1996).

Vid utvecklandet av integrerade hård- och mjukvaruprodukter finns inget entydigt mönster hur man ska utveckla och leda kompetens. Kapitel sex och tidigare studier har demonstrerat komplexa ledningsfrågor och svårigheter att hantera resurser, kulturer, processer och nya strukturer (Karlsson och Lovén, 2002). Hårdvara och mjukvara finns vid sidan av varandra och de har olika språk, koncept och attityder gentemot varandra. Som det har illustrerats tidigare i rapporten är det nödvändigt för företag att transformera organisationen på olika sätt beroende på om mjukvara har en huvud- eller stödfunktion och om företaget är novis eller erfaren expert inom området, se kapitel sex. Förändringen är både planerad och oplanerad (Porras och Robertson, 1992) eftersom de nya produkterna kommer att kräva förändringar som företaget inte har planerat för. Till exempel när företaget förlorar sin organiska karaktär börjar individens relativa makt att skifta från dem med entreprenoriell förmåga till dem med mer managementförmågor. Andra typer av färdigheter krävs (Utterback, 1996).

Företagen måste kunna hantera både den externa omgivningen och de interna processerna (Harrison, 1994) Företagets förmåga att lyckas beror på företagets anpassningsförmåga till sin omgivning (Harrison, 1994). Hannan och Freeman (1984) ställer sig frågan ”Kan organisationer lära om sin omgivning och förändra strategier och strukturer så fort som omgivningen förändras? Enligt dem måste ett antal aspekter vara kända exempelvis lärandets hastighetsmekanismer och strukturens mottaglighet för den önskade förändringen. Gällande den interna processen att integrera gammal teknologi/kultur med ny teknologi/kultur behöver företaget göra klart om mjukvaran spelar endast en stödfunktion eller huvudfunktion i produkten och vad det gör för kunden. Initiativet till en produkt kan i varierande grad vara en kund och/eller tillverkningsaktiv modell likväl som teknologi push och/eller demand pull (von Hippel, 1982).

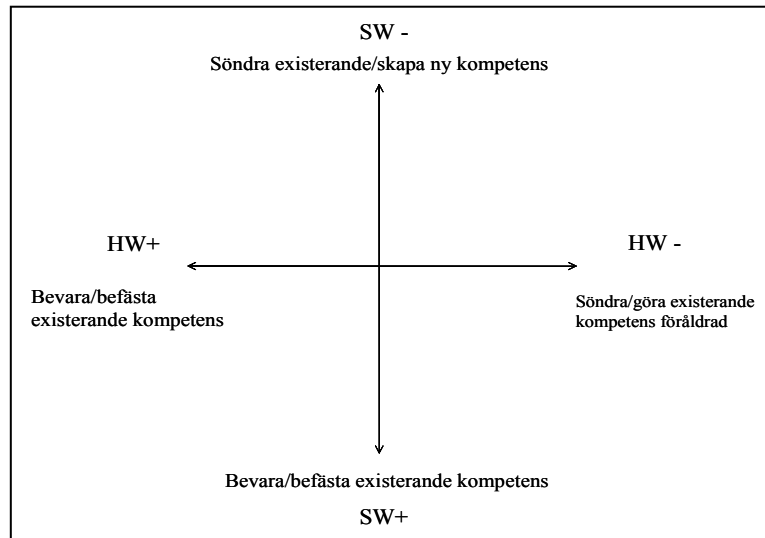
Förändringsprocesser i företag med tillverkade produkter har studerats i stor omfattning medan forskningen visar att det är ett behov av empirisk forskning om utveckling av produkter med integrerad hård- och mjukvara (Karlsson och Lovén, 2002; Rauscher och Smith, 1995; Nabisan och Wilemon; 2000). Huvudsakliga aspekter att studera i en sådan utvecklingsprocess visas i figur 9.1.



Figur 9.1. Integrera mjukvara i traditionella mekaniska produkter

Oftast tar inte förändringsteorier hänsyn till hur man ska hantera ”transilience” (kapaciteten att påverka företagets existerande resurser, förmågor och kunskaper). Förmågan att påverka resurser, förmågor och kunskaper påverkas av produkten och produktens komplexitet. Komplexiteten påverkar om företaget kommer att kunna vidare utveckla teknologibaser och/eller måste förstöra teknologikompetenser som blivit föråldrade.

Vår forskningsmodell är inspirerad av ”Mapping the Winds of Creative Destruction” av Abernathy och Clark (1988), se figur 9.2. Utvecklingen av mjukvara respektive hårdvara kan ske i en riktning där den kan bevara och/eller befästa existerande kompetens. Utvecklingen kan emellertid också göra existerande kompetens föråldrad och söndra den.



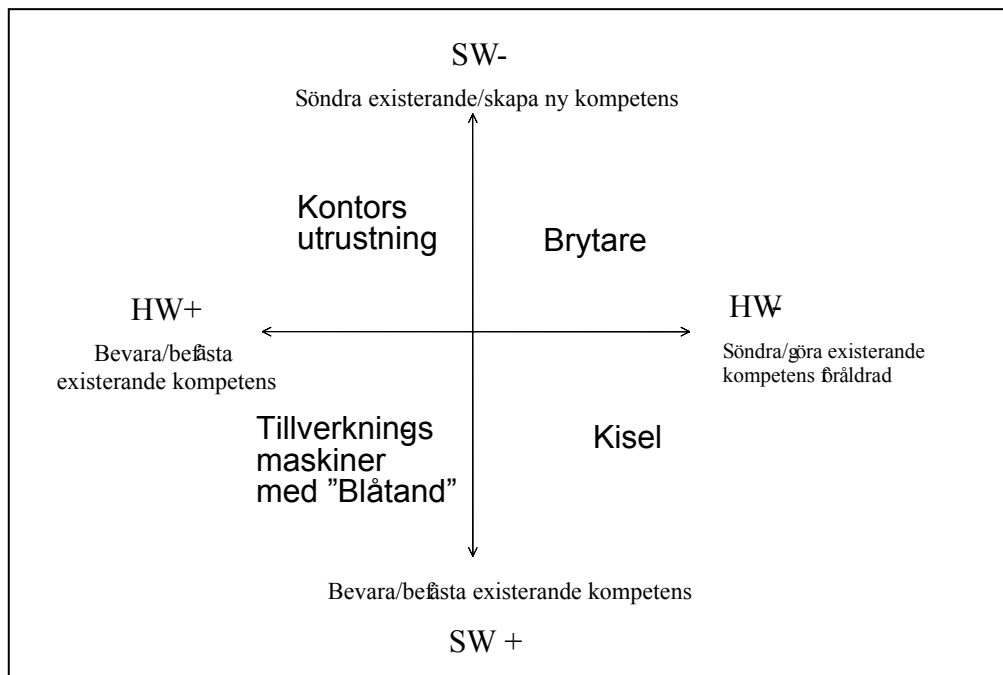
Figur 9.2. Ny mjukvara och/eller hårdvara kan stötta eller göra existerande kompetens föråldrad.  
SW = software, HW = hardware.

Det finns mycket forskning om förändring i generella termer (Lovén, 1999) men mindre som skiljer mellan att vidare utveckla kunskapsbaser och kreativ destruktion av teknologier/kompetenser vilka har blivit föråldrade. Syftet med detta kapitel är att identifiera för management alternativa förändringsåtgärder vid befästande respektive destruktion av teknologi. Åtgärderna skall relateras till kompetens, organisation, strukturer och processer.

## 9.2 Metod

Studien är explorativ och frågeställningarna av "hur"-typ då vi försöker identifiera de förändringsåtgärder olika förändringssituationer kräver. Vi har därför valt fallstudier. Urvalet har varit tillverkande företag med mjukvara integrerat i sina produkter och processer och med behov av såväl ytterligare utveckling av existerande teknologier som att avbryta eller förflytta kompetens. I vårt urval vill vi hitta organisationer som dels förbättrar existerande hård- och mjukvarukompetens, dels avbryter eller skapar ny hård- och mjukvarukompetens. Från dessa krav på urval identifierade vi fyra företag som kunde ge olika former av data. Inhämtningen av data gjordes genom intervjuer med 15 individer (chefer och ingenjörer, alla män) aktiva i utvecklingen av produkter med integrerad hård- och mjukvara. Frågorna gällde initiativet till produkterna och hindren i utvecklingsprocesserna. Frågorna var av öppen karaktär där det inte fanns något alternativ att välja mellan. Intervjuerna utfördes på tre företag i Sverige; ett nyligen uppstartat högteknologiskt företag, ett traditionellt mekaniskt tillverkningsföretag och en OEM-grupp bestående av många relativt oberoende företag. I dessa företag identifierade vi fyra produkter; kisel, tillverkningsmaskiner, kontorsutrustning och brytare.

Urvalet av företag gjordes för att vardera ett företag skulle kunna vara ett signifikant praktikfall i respektive ruta i modellen ovan. Företagen kunde alltså karaktäriseras av att utvecklingen innebar de förändringar som åskådliggöres i figur 9.3.



Figur. 9. 3 Urvalet

### 9.3 Fyra omställningsfall (empiri)

Den empiriska basen bestod av fyra organisationer med fyra olika strategiska situationer gällande behovet av att förändra kompetensen. Med + indikerar vi behovet av ytterligare utveckling av existerande kompetensbas och med ett – indikerar vi ett behov av att avbryta existerande och utveckla ny kompetens. Följande behov fanns:

Kiselproduktorganisationen behövde utveckla ny kompetens inom hardware men kunde bygga vidare på existerande softwareteknologi (HW-/SW+),

Tillverkningsutrustningsproduktens organisation behövde bygga vidare på existerande både hardware och software (HW+/SW+),

Kontorsproduktorganisationen behövde ny softwareteknologi men kunde bygga vidare på existerande hardwareteknologi (HW+/SW-),

Brytarproduktorganisationen behövde utveckla ny teknologi inom både hardware och software (HW-/SW-).

Nedan beskriver vi kortfattat organisationerna i dimensionerna företaget, produkten, aktörerna, kontext/omvärld och kompetens "transilience" aspekter. Det finns en viss överlappning med organisationerna i den tidigare delen av studien. Även dessa organisationer beskrivs dock igen här, dels för att ha organisationsbeskrivningarna samlade, dels för att respektive del i rapporten kan läsas separat eller vid olika tillfällen.

Kiselproduktorganisationen (tidigare beskrivet)

Företaget: Ett "start-up" företag som utvecklar och producerar "front-end silicon" för avancerade nätverksapplikationer. I organisationen fanns oklara roller och få

väldefinierade processer och även brist på utveckling av processer och dokumentation. Företaget strävade efter att bli ett företag med mer strukturer och hade prövat på matrisorganisation. Det fanns få erfarna ingenjörer med industriell kompetens; de flesta av de anställda var forskare eller nyexaminerade ingenjörer. Företaget har utvecklats från ett forskningsprojekt initierat vid ett universitet. En av respondenterna uttryckte det enligt följande ”På universitetet kunde de ignorera att halva kiset inte fungerade”. Denna försumliga attityd var bevarande i början av företagets historia. Nu hade denna attityd förändrats och fokus var nu att få ut produkterna på marknaden. Istället var det nu en brist på innovation. Första generationens produkter tar alla resurser och andra generationens produkter har svårigheter. Företaget har gått från att ha varit ett dynamiskt företag utan processer till ett mer traditionellt företag med industriella metoder.

Produkten: En unik kiselprodukt (HW) men vilka funktioner den kunde åstadkomma var fortfarande inte helt klart.

Aktörer: En grupp akademiker (forskare) utvecklade den integrerade hård- och mjukvaru-produkten och startade företaget.

Kontextet: Vetenskapligt kontext, universitetsforskningsinitiativ, hög teknologi, akademisk omgivning, spin-off.

Kompetens ”transilience” frågor: Företaget kämpade med att förflytta sig från ett entreprenöriellt organiskt företag till ett företag med fler definierade processer och strukturer.

#### Organisationen Tillverkningsmaskiner med blåtand

Företaget: Företaget är ett globalt traditionellt mekaniskt företag. Det är ett OEM-företag med en stor central forskningsavdelning. Företaget har utvecklat ett flertal produkter med både hård- och mjukvara men en del av produkterna har haft svårigheter att nå marknaden. Mekaniska problem kan hanteras av organisationen men det fanns svårigheter att hitta/köpa in mjukvarukunskap (inom såväl som utom den egna organisationen). De hade också problem med support och underhåll av elektronik och mjukvara.

Produkten: Produkten är en traditionell mekanisk produkt med ny mjukvara, den kan alltså betraktas som en förbättring. Den väsentliga skillnaden låg i en annan överföring av signal, tidigare signal genom kabel och nu ”blåtand”.

Aktörer: Ingenjörer på företaget utvecklade den traditionella mekaniska produkten tillsammans med kunder.

Kontext: Ett moget företag beläget i en industriell omgivning med god access till forskning. Stora företagsresurser, diversifierad teknologibas och tillämpat forskningscenter.

Kompetens ”transilience” frågor: Företaget brottades med hur företaget ska överföra ”embedded systems” kompetens från forskningsavdelningen till tillverkning och underhåll.

#### Organisationen Kontorsutrustning

Företaget: Ett tillverkningsföretag med en del elektronik i sina traditionellt mekaniska produkter. 1970 anställdes en person med elektronikkompetens och fortfarande idag är företaget beroende av ett fåtal personer vad avser denna kompetens. Dessa personer fungerar som individuella integratörer, en person med förmågan att förklara, pedagogisk

kompetens, enligt en av respondenterna. Integratören uttryckte om sig själv att han inte hade behov av att använda ett fikonspråk för att visa makt. Enligt respondenterna hade företaget få problem och hinder i hård- och mjukvaruprocessen. Företaget kan kategoriseras som ett företag som ”inte vet att de inte vet”. De elektroniska lösningarna blev dyra men hade kunnat göras billigare om företaget hade haft en relevant kompetens de inte visste existerade.

Produkten: Man använde sig av den elektronikkunskap som existerade lokalt för att produkten skulle få en bättre funktion. Hårdvarusidan byggde i princip på samma teknologi även om man behövde lära om en del på grund av ny processkunskap och att en del kunskap inte längre var valid.

Aktörer: I det traditionellt mekaniska företaget förbättrade huvudsakligen en ingenjör med elektronikkompetens den traditionellt mekaniska produkten. Aktörerna kan kategoriseras som problemlösare långt ifrån vetenskap.

Kontext: Entreprenöriell region med en mängd av källarföretag och individuella fixare.

Kompetens ”transilience” frågor: Processer och strukturer uppstår. De löste problemet men det blev en dyrbar lösning.

#### Brytarproduktorganisationen

Företaget: Ett företag tillhörande samma industriella grupp som ”tillverkningsmaskinföretaget” ovan. Ett globalt traditionellt mekaniskt företag. Företaget har utvecklat ett flertal produkter med både hård- och mjukvara, men en del av produkterna har haft svårigheter att nå marknaden. Mekaniska problem kan hanteras av organisationen men det fanns svårigheter att hitta/köpa in mjukvarukunskap (inom såväl som utom den egna organisationen). De hade också problem med support och underhåll av elektronik och mjukvara.

Produkten: Ny hård- och mjukvara. Existerande resurser, förmågor och kunskaper är inte användbara längre. Detta skapade ett stort hot i organisationen och behov att etablera nätverk utanför organisationen.

Aktörer: Initiativet till produkten kom från en av ingenjörerna på företaget, en innovatör. Ingenjören arbetade på den stora centrala forskningsavdelningen.

Kontext: Ett moget företag beläget i en industriell omgivning med god access till forskning. Stora företagsresurser, diversifierad teknologibas och tillämpat forskningscenter.

Kompetens ”transilience” frågor: Företaget kämpade med diverse hot. Existerande kompetens på produktutveckling, produktion och marknadsavdelningar var hotade pga. den nya produkten.

En sammanfattning av företagets karaktär och företags hot och problem finns i tabell 9.1.

Tabell 9. 1. Företagens karaktäristika och hot/problem framkomna vid intervjuer.

<b>Produkt</b>	<b>HW- SW+ Kisel</b>	<b>HW+ SW+ Tillverkningsmaskiner</b>	<b>HW+ SW- Kontorsutrusning</b>	<b>HW- SW- Brytare</b>
<b>Företag</b>	”Start up” företag	Globalt traditionellt mekaniskt företag	Tillverkningsföretag	Globalt traditionellt mekaniskt företag
<b>Produkt/kompetens</b>	En unik silicon produkt (HW) men funktionen fortfarande oklar.  De flesta av de anställda var forskare och nyutexaminerade ingenjörer	Ny mjukvara i en traditionellt mekanisk produkt, förbättring. Annan typ av överföring, tidigare kabel nu med ”blåtand”.	Användning av lokal existerande elektronikkunskap för att uppnå bättre produktfunktion. På hårdvarusidan behövde man lära om på grund av ny processkunskap. En del kunskap inte längre valid.	Ny hård- och mjukvara. Existerande resurser , förmågor och kunskaper inte längre användbara.
<b>Aktörer - initiativ</b>	Initiativ från en grupp akademiker/ forskare	Ingenjörer tillsammans med kunder.	Huvudsakligen en ingenjör (integratör) med elektronikkompetens	Ingenjörer på en forsknings-avdelning
<b>Kontext</b>	Vetenskapligt kontext	Industriell omgivning	Entreprenöriell region	Industriell omgivning
<b>Kompetens ”transilience” frågor</b>	Företaget kämpade med att förflytta sig från ett entreprenöriellt företag till ett företag med fler definierade processer och strukturer.	Företaget brottades med hur företaget ska överföra ”embedded systems” kompetens från forsknings-avdelningen till tillverkning och underhåll.	Processer och strukturer uppstår. Löste problemet men en dyrbar lösning.	Kämpade med diverse hot. Existerande kompetens på produkt-utveckling, produktion och marknads-avdelningar var hotade.

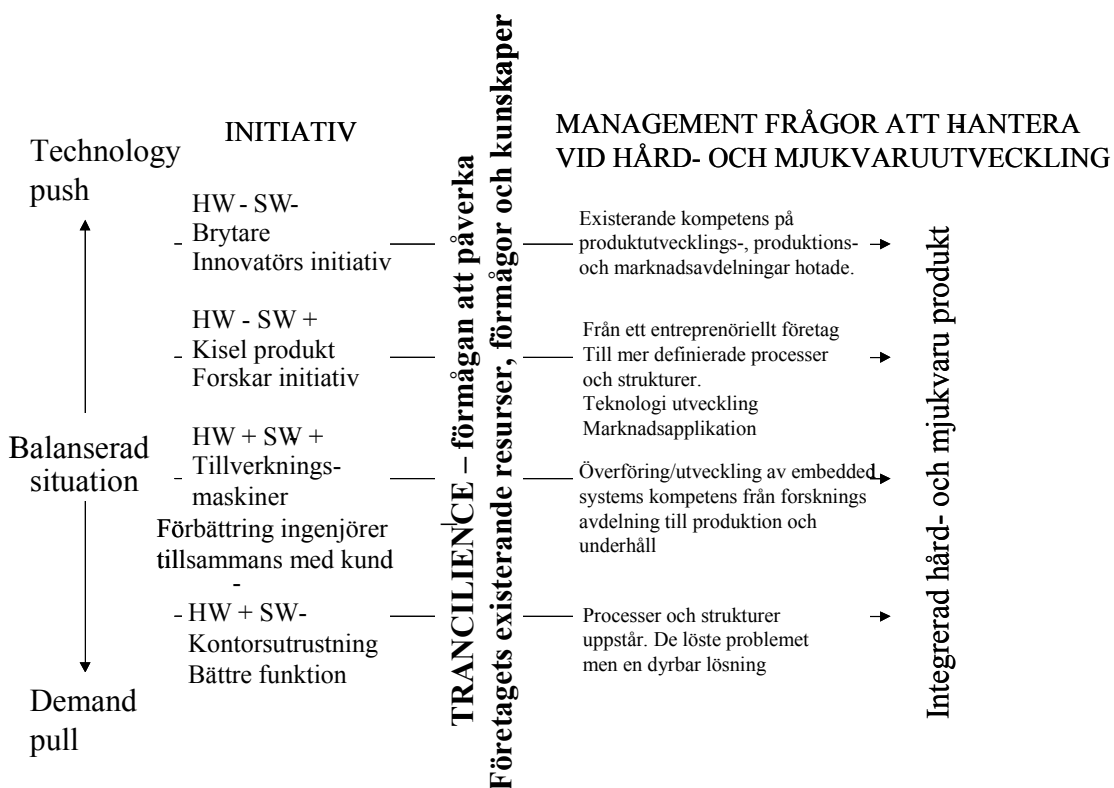
I företagen kunde vi identifiera hur olika ledningsfrågor kan skapa problem beroende på karaktären på ”transilience” av HW/SW kompetens. De utmaningar man mötte och den kompetens man hade att påverka existerande resurser, förmågor och kunskap varierade med bakgrundsfaktorer såsom initiativ och kontext. Med andra ord beroende på typ av initiativ för ny produktutveckling/ innovation brottades företagen med olika frågor gällande kompetens ”transilience”. Relationerna finns åskådliggjorda i figur 9.4. ”Transilience”, dvs. förmågan att påverka företagets existerande resurser, förmågor och kunskap, visade sig variera beroende på initiativet bas antingen i teknologi push, demand pull, eller en balanserad push pull approach.

I ”brytarorganisationen” kom initiativet till produkten från en innovatör på den centrala forskningsavdelningen, vilket kan karaktäriseras som ”technology push”. Den delen av företaget behövde göra både den interna ledningen och potentiella kunder medvetna om innovationens värde och skapa förståelse för innovationens genialitet. En annan ledningsfråga var att brottas med hot. Den existerande kompetensen på produktutveckling, produktion och marknads avdelningen var hotad.

I det forskningsbaserade unga företaget (kiselproduktorganisationen) var kompetensen angående hård- och mjukvara inte det stora problemet. Initiativet kom från ett antal forskare som startade företaget, återigen har vi att göra med ett technology push företag. Huvudfrågan var hur man skulle förflytta sig från en entreprenöriell organisk kompetens till ett företag med kompetens inom definierade processer och strukturer. De behövde utveckla teknologin till någonting som kunderna önskade och hitta marknadsapplikationer.

OEM-företagets (tillverkningsmaskinorganisationen) ”tranciellence” kamp gällde hur man överför embedded-system kompetens från forskningsavdelningen till tillverkning och underhåll. Det nya produktinitiativet kan karaktäriseras som en balanserad push/pull situation där ingenjörerna tillsammans med kunderna utvecklade produkten.

Initiativet på det traditionella tillverkningsföretaget (kontorsutrustningsorganisationen) kan karaktäriseras som en ”demand pull”. En ingenjör med elektronikkompetens förbättrade den traditionellt tillverkade produkten och gav den en bättre funktion. Företaget hade få problem med kompetens gällande processer och strukturer. Processer och strukturer bara uppstod. De var inte medvetna om att produkterna kunde vara mer innovativa och att lösningarna var onödigt dyrbara.



Figur 9.4. Olika utvecklingsinitiativ och därmed relaterade ledningsfrågor att hantera



Figur 9.4 visar att om initiativet är alltför teknologidrivet (både ny mjukvara och hårdvara) finns det en stor risk att den nya teknologin skapar svåra managementfrågor att hantera och att ett radikalt och kraftfullt ledarskap krävs för att kunna bemästra situationen. I översta fallet där både hårdvara och mjukvara är ny hotar den nya produkten existerande kompetens på produktutveckling, produktion och marknadsavdelningar. Den nya produkten kan förstöra existerande kompetens på olika avdelningar och på olika nivåer i företaget.

Denna observation leder till en möjlighet att generalisera problemställningen i ett antagande eller hypotes.

Hypotes: Ifall både hårdvara och mjukvara inte stöttar/avbryter existerande kompetens förs problemen högre upp i organisationen. Det finns då en risk att det kommersiella konceptet kommer att dödas.

Vidare ses i figur 9.4 att i ett mer balanserat initiativ, där det nya handlar om existerande men annorlunda teknik, blir managementfrågorna ”enklare” att hantera. Det handlar om att överföra kunskap eller att se till att få igång samarbete mellan individer. Ett demand-pull initiativ ger management få organisatoriska/ processuella/ strukturella svårigheter att hantera. Utmaningen ligger i stället i ledningens förmåga att höja det tekniska kunnandet hos de anställda för att få en produkt som kan vara konkurrenskraftig.

#### **9.4 Hur ska “transilience” hanteras, explorativa fynd**

Analysen visar att olika typ av ”transilience” av kunskap efterfrågades beroende på den strategiska situationen för organisationen och vilka förändringsinitiativ som måste tas. Det är då möjligt att ställa upp hypoteser om vad olika ”transilience” situationer kommer att kräva för olika åtgärder gällande såväl i affärspositionering som vad avser organisation och ledningsaspekter.

Syntesen utförs i två steg. I ett avsnitt karakteriserar vi de olika strategiska situationerna och de relaterade ”transilience” av kunskap i termer av stereotypa fall. I det följande avsnittet relaterar vi passande åtgärder till varje situation.

#### **Stereotypa ledningssituationer för ”transilience” av kunskap**

De fyra olika situationerna att hantera kunskaps ”transilience” skissas nedan. Beskrivningarna är kortfattade stereotypa bilder av de fyra fallen.

##### **Radikal förändring (HW - / SW -)**

Ett nytt affärsföretag uppstår. Potentiellt avbryter produkten totalt existerande lösningar. Dess funktion är bortom existerande produkter. Både tekniker och marknadsförare känner sig hotade av det nya konceptet genom att deras kunskaper och nätverk kommer att bli föråldrade. Utvecklingsprocessen drivs genom olika utförandemål. Vi kallar det radikal förändring.

##### **Inkrementell förändring (HW + / SW +)**

En speciell applikation med en speciell kund har sina operationella problem. Denna applikation är en huvudapplikation och det samma gäller för kunden. Ingenjörernas skarpa problemlösningsansträngningar har lett till total elimination av problemet genom applikation av jämförelsevis ny men existerande och annorlunda teknik. En rad av förbättrade produkter uppstår. Vi kallar det inkrementell förändring.

#### **Teknologisk förändring (HW + / SW -)**

Utvecklingen av informationsteknologin utlöser idéer om integration av mjukvara i traditionellt mekaniska produkter. Kompletterande kompetens krävs. Den nya teknologin erbjuder möjligheter till förbättrad produktfunktion både för slutprodukten och för att kontrollera processen i produkten. Vi kallar det teknologisk förändring.

#### **Produktförändring (HW - / SW +)**

Hög nivå (universitets) forskning öppnar upp för avsevärda språng i produktprestation. Ny applikation är bara en sida av myntet. En spin-off organisation har skapats. Vissa nyckelkomponenter är totalt nya och designade på ett sätt som man aldrig har kunnat föreställa sig tidigare. Affärsprocesser förväntas att följa men de är inte fokuserade. Vi kallar det produktförändring.

### **9.5 Contingency; när ska man göra vad?**

Baserat på hur ”transilience” hanteras i varje stereotyp fall kan vi ta fram hypoteser om vilka åtgärder som är passande för att underlätta ”transilience” av kunskap i varje situation. Slutsatserna sammanfattas i figur 9.5 nedan.

#### **Radikal förändring (HW - / SW -)**

I det radikala förändringsfallet ser det ut som att det är lämpligt att försöka rikta organisationen mot prestationsfrågor. Perspektivet hos medarbetarna måste påverkas så att de accepterar det nya produktkonceptet även fast den nya teknologin gör deras kompetens föråldrad och skapar krav på ny kompetens. Länkarna till kunderna måste arrangeras om. Existerande marknadsorganisation vill i verkligheten inte ha en produkt som presterar så mycket bättre till ett pris som kan bli en bråkdel i framtiden. Lösningarna inom management ser ut att gå i riktning mot att hela organisationens fokus förändras mot värdeskapande för kunderna även om nuvarande marginaler urholkas.

#### **Inkrementell förändring (HW + / SW +)**

I det inkrementella förändringsfallet verkar det vara lämpligt att inge en djup förståelse för kunders situation och processteknologin. Genom att förstå kundprocess och följaktligen behovet av applikationsutveckling initierades den nödvändiga kompetens ”transilience”. En tillkommande formalisering kan uppnås genom en reguljär produktplaneringsprocess där den erforderliga kompetensen blir en komponent.

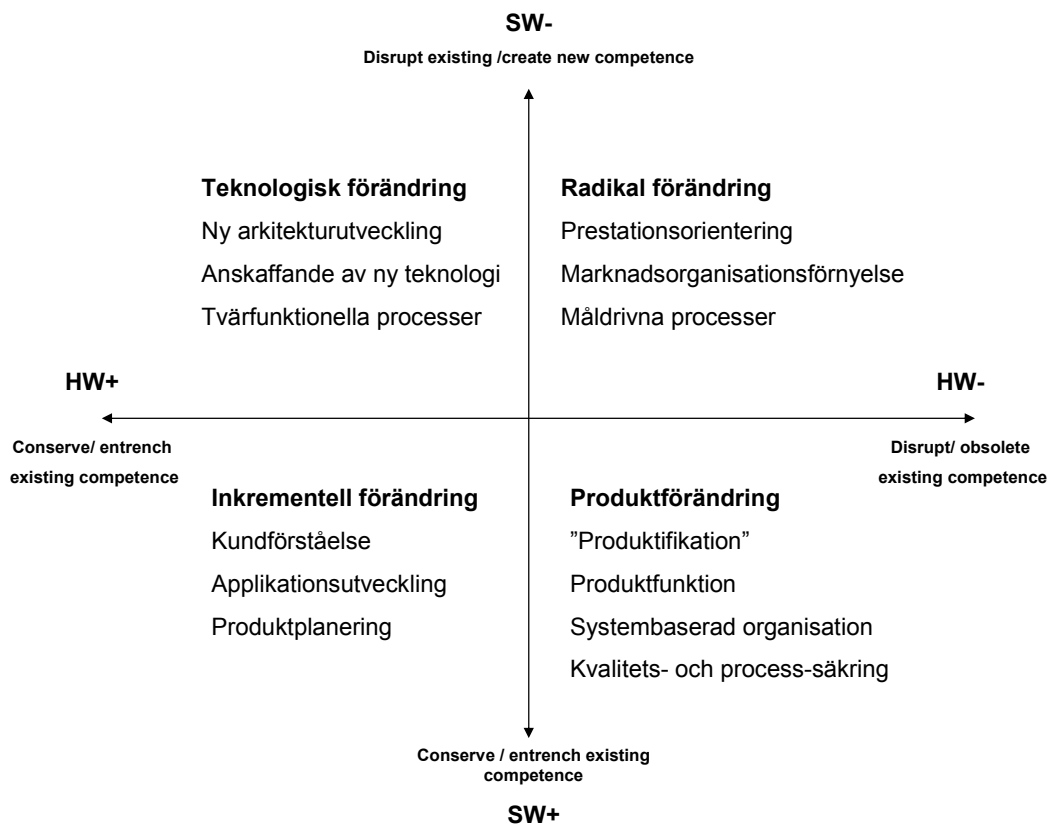
#### **Teknologisk förändring (HW + / SW -)**

I det teknologiska förändringsfallet verkar det vara lämpligt att först av allt tänka i termer av kompetensutveckling och speciellt utvidgning av arbetsinnehåll. Kompetens inom ett nytt område måste läggas till, internt eller externt. Men ändå mer signifikant var behovet att öka nivån av förståelse för produktarkitekturen. En ny och lite känd teknologi underlättar nya lösningar för produktarkitekturen och grundläggande produktfunktion. Följaktligen behövs en produktarkitekturkompetens. Det var också tydligt att nytillförd teknologi i kombination med en gammal existerande ställde krav på någon form av tvärfunktionella processer även om det inte nödvändigtvis var tvärfunktionella team.

#### **Produkt förändring (HW - / SW +)**

I produktförändrings fallet verkade det vara lämpligt att knuffa organisationen och dess medlemmar i riktning mot produktfunktion och kundvärde hellre än att fokusera på produktspecifikation. En utomordentlig ny prestationen skapad av en speciell

produktkomponent som gör hela produktprestandan globalt enastående utmanar ingenjörer men är inte nödvändigtvis någonting som kunderna vill köpa helt enkelt för de kanske inte förstår potentialen. En systembaserad organisation ser ut att vara en huvudsaklig metod att hantera frågan och att påvisa behovet av nödvändig kompetens ”transilience”.



Figur 9.5. Sammanfattande slutsatser

## Litteraturlista

- 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.
- Brulin och von Otter, 2000. Regionerna i den nya ekonomin. Arbetsmarknad och Arbetsliv, årgång 6, nummer 4, vintern.
- 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 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. 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. 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.
- Costa, A. C., 2000. A matter of trust – effects on performance and effectiveness of teams in organizations. ISBN 90-76269-21-1.
- 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. 2000. Working Knowledge. How organizations manage what they know. Harvard Business School Press.
- Davenport, T. H., and Prusak, L., 1998. Working knowledge. How organizations manage what they know. Harvard Business School Press. Boston.
- Dougherty, D., 2001. Reimagining the differentiation and integration of work for sustained product innovation. Organization Science. Vol. 12, No 5, September-October, 612-631.
- Drazin, R. and Schoonhoven, C B., 1996. Community, population, and organization effects on innovation: a multilevel perspective. Academy o 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. ed., 1997. *Systems of innovation. Technologies, institutions and organizations*. Printer. London.
- Edquist, C., and McKelvey, M., (eds). 2000. *Systems of Innovation; Growth, Competitiveness and Employment*. Volume I. Edward Elgar, Cheltenham.
- 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.
- Galbraith, J., 1973. *Designing complex organizations*. Addison-Westley, Reading Massachusetts.
- Granberg, A., 1995a. 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., 1995b. 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.
- Hannan, M. T., and Freeman, J., 1984. Structural inertia and organizational change. *American Sociological Review*. Vol 49 April, 149-164.
- 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.
- Harrison, M. I., 1994. *Diagnosing organization. Methods, models and processes*. Second Edition. SAGE Publications.
- Hobday, M., 2000. The project-based organisation: an ideal form for managing complex products and systems?, *Research Policy* 29. 871-893.
- Hobday, M., 1998. Product complexity, innovation and industrial organisation. *Research Policy* 26, 689-710.
- Hobday, M. and Brady, T., 2000. A fast method for analysing and improving complex software processes. *R & D Management* 30, 1-21.
- 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., Rush, H., and Tidd, J., 2000. Innovation in complex products and system. *Research Policy* 29, 793-804.
- Iansiti, M., 1995. Technology integration: Managing technological evolution in a complex environment. *Research Policy*. 24. 521-542.

- Ishikawa, K., 1990. Introduction to Quality Control, Chapman & Hall, 3A Corporation, London.
- 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. och Lovén E., 2001. På jakt efter innovationssystemet. Management of Technology. Nr I Mars.
- Karlsson C. och Lovén E., 2001. TillIT: Informationsteknologin i tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap. IMIT-Rapport 2001:120.
- Karlsson C. och Lovén E., 2001. Innovation system for information technology in manufacturing companies' technology development. EIASM 8th International Product Development Management Conference, 10-12 June, Enschede.
- Karlsson C. och Lovén E., 2002. Developing complex products: Integrating software in manufactured products. EIASM 9th International Product Development Management Conference. Sophia Antipolis, France, May 27-28.
- Karlsson C. och Lovén E., 2003a. Competence transience in development of integrated hardware and software products. 10<sup>th</sup> International Product Development Management Conference, 10-11 June, Brussels.
- Karlsson C. and Lovén E., 2003b. Developing complex products: Integrating software in manufactured products. Manuscript.
- 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.
- 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.
- Latino, R. J., and Latino, K. C., 2002. Root cause analysis. Improving Performance for Bottom-Line Results. Second Edition. CRC Press, London.
- Lawrence, P. R., and Lorsch, J. W., 1967. Organization and environment. Managing differentiation and integration. Harvard University, Boston.
- 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., 1994. 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.
- Lovén E. and Karlsson C., 2001. Systems of innovation from a management point of view –Information technology in manufacturing companies. IAMOT The 11<sup>th</sup> international Conference on Management of Technology, 10-14 March, Miami.
- Miller, E., 2000. Extending product definition. Computer-Aided Engineering. May.
- Nambisan, S. and Wilemon, D., 2000. Software development and new product development: Potentials for cross-domain knowledge sharing, IEEE Transactions, Vol 47, No 2, May.
- Nihtilä, J., 1999. R & D - Product integration in the early phases of new product development projects. Journal of Engineering and Technology Management. Vol. 16, No 1 March, 55-81.
- Nonaka, I., 1994. A dynamic theory of organizational knowledge creation. Organization Science. Vol. 5, No 1, February, 14-37.
- Nonaka, I. and Takeuchi, H., 1995. The knowledge – creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation. Oxford University Press. Oxford.
- OECD, 1999. Managing National Innovation Systems, ISBN 92-64-17038-3.
- Olsson, L., 2000. Förstudie om mjukvaruinnehåll i industrins produkter. NUTEK Närings- och teknikutvecklingsverket.
- Porras, J. I. and Robertson, P. J., 1992. Organizational Development: Theory, Practice and Research. In Dunnette, M. D. and Hough, L. M., Handbook of Industrial and Organizational Psychology, Second edition, Volume 3, Consulting Psychologists Press, Palo Alto.
- Porter, M. E., 1996. What is strategy? Harvard Business Review. November-December.
- Prahalad, C. K. and Hamel, G., 1990. The core competence of the corporation. Harvard Business Review. May-June.
- 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.
- Sheremata, W. A., 2000. Centrifugal and centripetal forces in radical new product development under time pressure. Academy of Management Review, 25 (2), 389-408.
- Stevrin, P., 1998. Tillitskrisen. Om tillit, misstro och kontroll i det framväxande informationssamhället. Högskolan Karlskrona/Ronneby.
- Swieringa, J. and Wierdsam, A., 1992. Becoming a learning organization. Beyond the learning curve. Addison Westley OD Series, New York.
- Teece, D. J., 2001. Strategies for managing knowledge assets: the role of firm structure and industrial context. In Nonaka, I. and Teece, D., Managing industrial knowlege – creation, transfer and utilization. SAGE Publications.
- Thompson, J. D., 1967. Organizations in action. Mc Graw-Hill, New York.
- Tidd, J., 2001. Innovation management in context: enviroment, organization and performance. International Journal of Management Reviews. 3, 169-183.

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 Quarterly*, 31, 439-465.

Utterback, J. M., 1996. *Mastering the dynamics of innovation*. Harvard Business School Press, Boston.

Von Hippel, E., 1982. Successful industrial products from customer ideas. In Tushman, M. L., and Moore, W. L., *Readings in the Management of Innovation*. Ballinger Publ.