

SISU

PUBLIKATION 97:07

RAPPORT – APRIL 1997

Utveckling av ett utvärderingsinstrument (Prodevo)

– ett hjälpmedel för att utvärdera
tjänste- och produktutveckling med IT

Sten-Erik Öhlund

SVENSKA INSTITUTET FÖR SYSTEMUTVECKLING

SISU

Sammanfattning	1
Förord.....	2
1 Introduktion	3
1.1 Produktutveckling i fokus.....	3
1.2 Fokus på kortare ledtider	3
1.3 Kortare ledtider från innovation till färdig produkt.....	4
1.4 Programvarans och programvaruutvecklingens roll för företagen	4
1.5 Programvaruutveckling som produkt och tjänsteutveckling – förändringar i programvaruutvecklingens roll i företagen	5
1.6 Kriterier för tillämpning av industrierfarenheter.....	6
1.7 Effektivisering av produktutveckling med en stor andel programvaruutveckling	7
1.8 Utgångspunkter för utveckling av ett hjälpmedel för att utvärdera tjänste- och produktutveckling med IT	7
1.9 Syfte.....	8
1.10 Angreppssätt.....	8
1.11 Bidrag till forskning och utveckling	9
1.12 Översikt av rapport.....	9
2 Lärdomar från industrin – Den nya produktutvecklingen	10
2.1 Produktutveckling inom bilindustrin.....	10
2.2 Exempel från andra industrigrenar tillämpning och uppnådda effekter	16
2.3 Genomgång av ett antal definitioner av CE	19
3 Forskning om produktutveckling – en sammanfattning	23
3.1 Tre forskningslinjer	23
3.2 En integrerad modell.....	27
4 Några praktikfall i Sverige – en intervjustudie	28
4.1 Intervjumetod och intervjumall.....	28
4.2 Val av projekt och företag	28
4.3 Intervjuade.....	29
4.4 Viktiga faktorer vid produktutveckling – sammanfattning av intervjustudierna	29
4.5 Diskussion.....	33
5 En referensmodell för viktiga faktorer för framgång i produktutveckling.....	34
5.1 Referensmodellens uppbyggnad	34
5.2 Samband mellan de olika mätområdena	35
5.3 Angreppssätt vid konstruktion av referensmodellen för arbetssätt.....	38
5.4 Arbetssätt.....	39
5.5 Innovativt klimat.....	54
5.6 Organisationsvärderingar	57
6 Konstruktion av ett mätinstrument för analys och förändring	61
6.1 Användning av referensmodell för nulägesanalys.....	61
6.2 Datainsamling.....	61
6.3 Tillvägagångssätt vid konstruktion av enkät.....	63
6.4 Reliabilitet i mätningar med formuläret arbetssätt	68
6.5 Sammanfattning av erfarenheter från mätningar i tre företag	72
6.6 Arbetssteg vid en mätning i ett företag.....	76
7. Jämförelse med andra angreppssätt.....	79
7.1 Avgränsning av olika utvärderingsmetoder.....	79
7.2 RACE (Readiness Assessment for Concurrent Engineering) – Ett instrument för utvärdering av process och teknik för Concurrent Engineering.....	80
7.3 Carter & Baker	83
Referenser	87

Sammanfattning

Betydelsen av produktutvecklingen som en faktor för att avgöra ett företags överlevnad på sikt har inte bara omfattat bildindustrin, som sedan 70- och 80-talen genomgått stora förändringar. Produktutveckling är också avgörande för allt fler företagssektorer som elektronikindustrin, verkstadsindustrin, telekommunikation, dataindustrin, bank och försäkring.

Samtidigt ökar andelen programvara i allt fler produkter och tjänster. Programvaruutveckling blir en väsentlig del i utvecklingen av nya produkter och tjänster inom allt fler sektorer. Dessa nya sektorer ställs inför en liknande situation som bildindustrin ställdes inför på 80-talet, då den japanska bilindustrin kunde påvisa kraftiga fördelar i sin prestanda när det gäller ledtider, resursbehov, antal fel i tillverkning och produkt och kvalitet till kund.

Det som japanska undret har studerats av forskare världen över och bidragit till en formulering av nya metoder för produktutveckling och produktion. Ytterligare forskning har gjort det möjligt att börja formulera en modell för viktiga faktorer i produktutveckling. Hypotesen i detta arbete är att erfarenheterna från industrin kan tillämpas på nya sektorer som har en stor andel IT i sina produkter och tjänster.

Baserat på en översikt av forskningen samt intervjuer om viktiga framgångsfaktorer i produktutveckling har en referensmodell tagits fram. Denna referensmodell har operationaliserats i ett formulär som har reliabilitetsprövats. I referensmodellen har inkorporerats forskning om och mätinstrument (med reliabilitet och validitet) för mätning av innovativt klimat och organisationsvärderingar.

Mätningar har gjorts i tre organisationer för att utveckla och pröva en metodik för processförbättring med hjälp av mätningar av arbetssätt, innovativt klimat och organisationsvärderingar.

Syftet med arbetet har varit att ta fram ett hjälpmedel för att utvärdera tjänste- och produktutveckling med IT. Hjälpmedlet har reliabilitetsprövats. En validering av mätinstrumentet återstår att göra i vidare forskning.

Förord

Den föreliggande rapporten är en sammanfattning av forskning inom projektet processförbättringar som ingick i ett forskningsprogram kallat Effektiv IT.

Forskningsprojektet processförbättringar startade under hösten 1993 med fokus på att finna metoder för att korta ledtider inom systemutveckling. Ganska snart vidgades dock fokus för arbetet till att omfatta produktutveckling med en stor andel IT, eftersom kortande av ledtider måste beaktas för hela utvecklingskedjan då det väsentliga är utvecklingstiden fram till att produkten finns på marknaden.

Detta fokus öppnade nya forskningsfält som befanns sig utanför det traditionella forskningsområdet för systemutveckling, till forskning inom bland annat bilindustrin men även andra sektorer som elektronikindustrin, telekommunikation, mm. Denna forskning befanns mycket relevant för att finna faktorer för högre prestanda i produktutveckling som var applicerbar på produkt- och tjänsteutveckling med en stor andel IT.

Nästa steg var att finna en form för hur den aktuella forskningen och erfarenheterna skulle göras tillgänglig och användbar för de företag som ville ta till sig och genomföra förbättringar av sin produktutvecklingsprocess. Valet föll på att utveckla en referensmodell som skulle kunna tjäna som underlag för ett analys- och förbättringsarbete med en systematik baserad på forskning och beprövat praxis. Från denna referensmodell utvecklades formulär som prövades i skarpa situationer av processförbättring. Genom detta utvecklades en metod för att använda mätinstrument i ett förbättringsarbete samt gav möjligheter till att göra en reliabilitetsprövning av formulär. Denna rapport redovisar en del av resultaten från forskningsprojektet processförbättringar. När det gäller andra aktiviteter och resultat hänvisas till de rapporter som publicerats under projektets gång

Detta forskningsprojekt har finansierats av NUTEK och SISU.

1. Introduktion

1.1 Produktutveckling i fokus

Förändringar i marknadskonkurrens, teknologisk utveckling och ökade kundkrav har bidragit till att fokusera på produktutvecklingsfrågor inom industrin [Clark and Fujimoto 1991]. Speciellt inom bilindustrin har man åstadkommit signifikanta förbättringar i prestanda i produktutvecklingen avseende ledtider, kvalitet och kostnad. [Clark and Fujimoto 1991; Womack, Jones et al 1990]

Betydelsen av produktutvecklingen som en faktor för att avgöra ett företags överlevnad på sikt har inte bara omfattat bildindustrin, som sedan 70 och 80-talen genomgått stora förändringar. Produktutveckling är också avgörande för allt fler företagssektorer som elektronikindustrin [Carter and Baker 1991], verkstadsindustrin [Hörte and Trygg 1992], telekommunikation [Fisher 1994; Köhlmark 1994], dataindustrin [Eisenhardt and Tabrizi 1995], bank och försäkring [Bergman, Rexed et al 1996].

Företag i en sektor som telekommunikation har under 90-talet mötts av en kraftig avreglering på alltfler marknader, samtidigt med en snabb expansion och tillväxt i marknader för t ex mobil kommunikation. En mängd nya operatörer växer upp som inte är bundna av tidigare produktmonopol. Denna expansion i marknaden skapar ett utrymme för nya produkter men också ett ökat tryck på att vara först att öka sina intäkter och växa på marknaden, inte minst för att skapa sig en framtida position när marknaden stabiliserats.

En annan sektor som upplever avreglering är den finansiella sektorn. I Sverige ökar antalet banker. Försäkringsbolag öppnar banker, banker startar försäkringsbolag, handelsföretag startar banker.

Avreglering, men även en teknologisk utveckling har möjliggjort att kostnaderna för att öppna en bank inom vissa produktområden (t ex de sk telefonbankerna) inte kräver så stora infrastrukturella investeringar tack vare användningen av informationsteknologi. Den ökande konkurrensen innebär att trycket på produktutvecklingen inom dessa branscher ökat med krav på kortare ledtider.

1.2 Fokus på kortare ledtider

Att fokusera på kortare ledtider vid produktutveckling har blivit en företeelse som slagit igenom i allt fler branscher som en strategisk faktor i konkurrensen. [Bruzelius and Skärvad 1992; Smith 1990; Stalk 1988]

Bruzelius sammanfattar de fördelar som finns med kortare ledtider i *Speed Management*: [Bruzelius and Skärvad 1992]

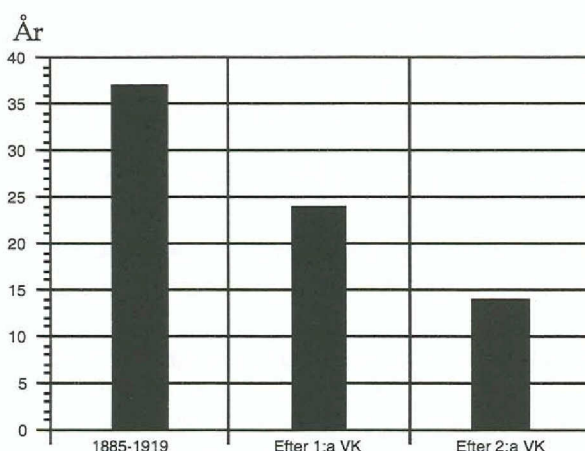
- *Lägre kostnader*. Eftersom tiden är en viktigt kostnadsdrivare bidrar kortare utvecklingstider till sänkta kostnader. Finansiella kostnader blir lägre eftersom utvecklingstiden blir kortare.
- *Högre intäkter*. Eftersom produkterna kommer ut tidigare på marknaden kan de skapa intäkter tidigare under den tid som "marknadsfönstret är öppet".
- *Bättre kund Anpassning*. Eftersom det är svårt att förutsäga kundbehov är det en fördel att ha korta utvecklingstider. Det ökar sannolikheten att träffa rätt på kundens förväntningar. Genom att utveckla produkter på kortare tid och därmed komma ut med nya produkter oftare, kan tidigare och mer omfattande information om marknaden utnyttjas i nästa produkt. [Uttal 1987]
- *Bättre marknadsposition*. Det blir lättare att försvara en intagen marknadsposition eftersom företaget snabbt kan förändra produkten till de förändrade behoven eller till nya konkurrentprodukter.

- *Bättre utnyttjande av den senaste teknologin.* Med kortare utvecklingscykler är det lättare att införa den senaste teknologin i en produkt eller tillämpa den senaste produktionsteknologin. Detta förutsätter även att man är bra på att utforma produktionsprocessen på ett snabbt och flexibelt sätt.
- *Högre priser.* Med en tidig marknadsintroduktion är det lättare att ta ut ett högre pris, speciellt som man är marknadsledande.

1.3 Kortare ledtider från innovation till färdig produkt

Frank Lynn gjorde 1966 en studie för USAs kommission för teknologi, automatisering och ekonomiska framsteg, där han studerade mognadsprocessen för 20 stora amerikanska innovationer under perioden 1885 till 1955.

Ledtider från idé till kommersiell produkt
20 stora amerikanska innovationer 1885-1955



Figur 1 Frank Lynn hämtad från Landes, D. S., (1969), The Unbound Prometheus – Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the present, Cambridge University Press, [Landes 1969]

Under perioden 1885-1919 var medeltalet 37 år, 24 år perioden efter första världskriget samt 14 år i medeltal för perioden efter andra världskriget fram till 1955. *Den största minskningen tycks enligt Flynn ha gjorts i de tidiga faserna, mellan en grundläggande upptäckt och starten av en kommersiell utveckling.*

Även annan forskning pekar på denna tendens att tiden från forskning till produkt minskat. [Trygg 1991]

Detta behöver inte betyda att livslängden på en produkt minskar. Men med snabbare förändringar i marknad och teknologi tenderar livslängden för produkter att minska. Detta har visats i ett antal studier [Ohmae 1985; Rosenau 1988]. Mer moderna exempel är utvecklingen inom datorindustrin där teknikutvecklingen är extremt snabb.

Att tiden för att nya innovationer ska bli produkter minskar betyder dock inte att produktlivslängden minskar i alla branscher [Granstrand and Sjölander 1987].

1.4 Programvarans och programvaruutvecklingens roll för företagen

Utveckling och användning av programvara har traditionellt haft en stor roll i sk administrativ databehandling. Ofta har den utvecklats och använts för att administrera och hantera information om produktionen och distributionen

(materialplaneringssystem, lagerhantering, fakturering, mm) och för att hantera administrationen av företaget i övrigt (löner, redovisning, mm).

I ökande utsträckning använder man även datorer och programvara för att styra produktionen. Inom tillverkande industri har andelen datorer och programvara i produktionsapparaten ökat.

För en del företag är datorer och programvara viktiga komponenter i produktionskedjan för framtagning av dess produkter och tjänster. Programvaran och datorerna är själva kärnan i produktionsapparaten. Exempel på detta är den finansiella sektorn, där t ex banker sedan lång tid legat långt framme i utnyttjande av datorer och programvara för sin kärnverksamhet.

Vissa finansiella tjänster är helt baserade på snabb marknadsinformation, och handeln har övergått till att ske elektroniskt. Det har skapats elektroniska marknadsplatser. [Bergman, Rexed et al 1996; Rexed 1996].

Rent generellt ökar andelen programvara i produkter. Tydliga exempel på detta är t ex Ericsson, vars växlar utvecklats från att ha varit elektromekaniskt styrda till att bli helt programvarustyrda. Detsamma gäller även produkter som ABB tar fram, som alltmer utnyttjar programvarusystem i sina. I Ericssons fall har det lett till att man från att ha sett sig själv som en verkstadsindustri numer inte ser det som sin kärnverksamhet, utan betraktar sig mer som ett programvaruföretag.

Programvaran (eventuellt med hårdvara) kan vara den huvudsakliga produkten, som t ex standardprogramvara eller skraddarsydd för ett visst ändamål och en viss kund. Det kan också vara så att produkten som levereras innehåller en stor del programvara. T ex kan det gälla en produkt som en Pacemaker [Öhlund 1994b].

Kort sagt kan dator och programvara användas på en mängd olika sätt. Datorers användning tillsammans med programvara har vuxit till att omfatta alla områden av mänsklig verksamhet.

I detta sammanhang är det dess ökande användning i utvecklingen av produkter och tjänster som är av intresse.

1.5 Programvaruutveckling som produkt och tjänsteutveckling – förändringar i programvaruutvecklingens roll i företagen

Programvaruutveckling kommer att spela en större roll i företagets produkt- och tjänsteutveckling [Bergman, Rexed et al 1996]. De system som man utvecklade i de interna utvecklingsenheterna, framförallt de sk administrativa systemen för löner, fakturering, lagerhantering, etc, köps i större utsträckning i dag av företagen av externa programvaruleverantörer antingen som standardsystem eller med anpassningar [SISU 1993]. Drift och underhåll av system läggs ibland ut på entreprenad.

Många interna dataavdelningar sitter på ett stort arv av applikationer som utvecklats på 70- och 80-talen. Man kan förvänta sig stora strukturella förändringar i de interna dataavdelningarnas roll, förändringar som redan är igång.

Programvaruutvecklingens förändrade roll i företagen kommer att påverka (och som redan påverkar) de interna dataavdelningarnas roll i företaget:

- a) Drift och förvaltning av produktionssystem kan antingen läggas ut på entreprenad eller hållas kvar inom organisationen.
- b) Drift och förvaltning av äldre system som inte tillhör kärnverksamheten kan antingen successivt avvecklas och ersättas av standardsystem, eller fortleva, men läggs ut på entreprenad.
- c) Utveckling av programvarusystem som är en del i framtagningen av nya produkter eller tjänster ökar. Den kan antingen vara en del av produktionsapparaten för produkten eller tjänsten, eller ingå i produkten. Detta kan antingen finnas kvar inom företaget eller helt eller delvis köpas externt.

I en intervju och enkätundersökning [Bergman, Rexed et al 1996] visas att det finns en ökning av både utveckling av administrativa system samt programvaruutveckling som en del i produkt/tjänsteutvecklingen. Egenutveckling av administrativa system torde till stora delar vara anpassningar av befintlig programvara (förvaltning av egenutvecklade äldre system) samt anpassning av standardsystem. Det finns dock få empiriska undersökningar om detta vilket gör att man måste lita till allmänna utsagor.

En intervjustudie [SISU 1993] som gjordes av SISU 1993 med datachefer eller chefer med ansvar för administrativ utveckling i sammanlagt 78 företag, myndigheter och förvaltningar, pekade entydigt på att de flesta företag allvarligt övervägde att skaffa standardsystem istället för att nyutveckla interna system. Denna trend torde ha fått ett kraftigt genomslag, men detta behöver inte betyda att egenutveckling inom företagen för den skull minskar om den totala volymen ökar vilket tycks vara fallet enligt den ovan nämnda undersökningen.

1.6 Kriterier för tillämpning av industrierfarenheter

Utifrån ovanstående utvecklingstendenser kan det vara intressant att betrakta programvaruutveckling utifrån en produktutvecklingsperspektiv, d v s programvaruutveckling som en del av en produkt- eller tjänsteutvecklingskedja. Detta gör det relevant att studera erfarenheter från produktutveckling inom industrin.

Av speciellt intresse är företagens utnyttjande av datorer och programvara (Informationsteknologi (IT) i snäv bemärkelse) för produktion och utveckling av produkter och tjänster.

En ytterligare avgränsning är till de produkter och tjänster som antingen förutsätter att produktionsteknologin domineras av datorer med ett stort utnyttjande av programvara, eller till de produkter och tjänster som innehåller en dominerande eller väsentlig andel programvara.

Vid jämförelser i förutsättningar för den *konkurrensutsatta* industrin och dess erfarenheter av framgångsrika faktorer för produktutveckling är det inte lika intressant att studera utveckling av s k intern administrativ programvara som inte ingår i en produkt eller tjänst, eller som inte ingår i den produktionsapparat som är nödvändig för framtagandet av en produkt eller tjänst i ett företag.

Däremot är det av intresse att här beakta programvaruutveckling då den riktar sig till en öppen marknad, d v s då produkten är programvarusystem som säljs på den öppna marknaden, antingen som en standardprodukt eller som en anpassning till specifika kundbehov (med större eller mindre utveckling).

Viktiga kriterier för överförande av erfarenheter från industrin är alltså liknande förutsättning marknad, teknologisk utveckling och förändring av kundkrav. Det är dessa förutsättningar som sätter ledtider i fokus, men även produktkvalitet för kund till en låg kostnad. En annan förutsättning är även likheter i produktkomplexitet. För en diskussion om detta se [Clark and Fujimoto 1991], [Öhlund and Bergman 1994].

Man kan hävda att utveckling av programvara skiljer sig mycket från konstruktion av fysiska objekt som bilar. Mot detta kan man argumentera att en design av en t ex bil framförallt inte är en materiell process, utan informationsprocess.

Det är en process som fortskrider genom att producera mer och mer detaljerad och säker information för att kunna producera ett fysiskt objekt. I så motto är konstruktionsprocessen en immateriell process [Clark and Fujimoto 1989; Clark and Fujimoto 1991; Trygg 1991], precis som en programutvecklingsprocess. I programvaruutvecklingsprocessen är detta uttryckt på ett extremt sätt, där produktionsprocessen är reducerad till ett minimum.

Utvecklingsprocessen för programvara är på ett tydligt sätt en immateriell process fram till dess att programmet exekveras i en fysisk maskin. På samma sätt som en konstruktör av en bil gärna vill göra en prototyp för att få en konkret manifestation eller bild av den framtida produkten innan produktion, på samma sätt gör man inom programvaruutveckling.

En påtaglig skillnad är dock att ett fysiskt objekt kan beskrivas med hjälp av tredimensionella modeller, även om denna information inte är all information som krävs för tillverkning. Vid programvaruutveckling är man hänvisad till att beskriva system ur en mer abstrakt konceptuell synvinkel. Men det finns även andra ingenjörscienser där man går mer mot konceptuella beskrivningstekniker, t ex elektronikkonstruktion.

Att erfarenheterna från tillverkningsindustrin kan tillämpas även vid stor och komplex programvaruutveckling visar erfarenheter gjorda av bland annat Ericsson [Aoyama 1993; Köhlmark 1994; Ohlund 1994b] och Nokia.

En utgångspunkt är alltså att betrakta programvaruutveckling i de fall då den är integrerad del av en produkt- tjänsteutveckling för att korta ledtider. Det är sannolikt att det går att tillämpa mycket av de erfarenheter som är gjorda inom t ex bilindustrin på denna typ av utvecklingsituation.

1.7 Effektivisering av produktutveckling med en stor andel programvaruutveckling

De förändrade villkoren för produktutveckling som sker inom allt fler sektorer av ekonomin, speciellt sektorer där programvaruutveckling är en väsentlig del i produkten eller produktionsprocessen, ställer nya krav på en effektivare integrering av programvaruutveckling med hela produktutvecklingen.

Vid kortande av ledtider kan man visserligen begränsa sitt fokus till att enbart se till programvaruutveckling, men då riskerar man att optimera den delen av processen på bekostnad av helheten. Det som är centralt för företaget är i detta sammanhang inte i första hand ledtider för programvaruutveckling i sig, utan tid till marknad och intäkter.

Det är därför troligen mer fruktbart att se till hur produktutvecklingen ska bedrivas i sin helhet för att korta ledtiderna. Detta förutsätter att programvaruutveckling är en central del i produkt och tjänsteutvecklingen. Systemutveckling betraktas inte *per se* utan i dess sammanhang av produktutveckling, med syftet att korta ledtider för utvecklingsprocessen som helhet.

Vid betraktande av utvecklingsprocessen i dess helhet, finns det studier som visar att upp till 70-80% av de totala produktkostnaderna binds av designbeslut i de tidiga konceptuella faserna. Samtidigt läggs inte mycket fokus och resurser på dessa tidiga faser. Här menas då inte enbart de tidiga faserna i programvaruutvecklingen utan i de faser som skapar förutsättningarna för denna del i produktutvecklingen.

En utmaning i detta sammanhang för att korta ledtider att se över och förändra ett kanske föråldrat sätt att utveckla produkter och tjänster. En utvecklingsprocess som till stor del är sekventiell, med successiva utvecklingsfaser som kontrollerades av de funktionella enheterna var för sig, leder till långa ledtider, många kvalitetsbrister i processen och i produkten till kund, detta till höga kostnader. [Winner and et al 1988]

För de företag som står inför dessa utmaningar finns det mycket erfarenheter från framförallt bilindustrin men även från andra industrigrenar, som varit konkurrensutsatta sedan lång tid på en global marknad. Inom detta område finns omfattande forskning om framgångsfaktorer i produktutveckling som kan vägleda i införandet av nya utvecklingsprocesser.

1.8 Utgångspunkter för utveckling av ett hjälpmedel för att utvärdera tjänste- och produktutveckling med IT

Att genomföra en större förändring av utvecklingsprocessen i ett företag mot ett nytt arbetssätt kan stödjas av olika hjälpmedel. Ett kan vara att använda hjälpmedel för att formulera målet för förändringen (både avseende förändringar i process (ny arbetsorganisation, utbildning, etc) och processresultat (som ledtider, kvalitet, etc) och att ta fram en vision (på längre sikt och som innehåller ett synsätt) som ska vägleda arbetet, som ofta måste ske på lång sikt.

En referensmodell som beskriver viktiga framgångsfaktorer för en effektiv produktutveckling avseende tid, kvalitet och kostnad, kan vara utgångspunkten för en sådan vision. Detta modell kan tjäna som vägledning för sättande av mål för förbättringsåtgärder. Denna referensmodell måste, för att vara användbar, vara tillräckligt trovärdig och basera sig på forskning och väl beprövad erfarenhet.

Referensmodellen kan ha en pedagogisk funktion och en funktion som måttstock. Pedagogisk funktion i så motto att den tydliggör målet, måttstock i så motto att den kan användas som en mätare för jämförelse med ett nuläge, samt för att följa upp en förändringsprocess. För att använda referensmodellen som en måttstock behöver den operationaliseras i ett mätinstrument (i detta fall i form av ett frågeformulär). Ett sådant mätinstrument ska kunna utvärdera förekomsten av faktorer och förutsättningar för en effektiv produktframtagning.

Genom att ta fram en sådan referensmodell blir det också möjligt att ta fram ett mätinstrument som värderar nuläget i ett företag sett i relation till denna referensmodell. En sådant instrument kan då fungera som en diagnoshjälpmedel för att peka på styrkor och svagheter.

Att en referensmodell och dess operationalisering i ett mätinstrument har en trovärdighet i relation till forskning och industripraktik, är viktigt. Av vikt är också att mätningen med ett sådant instrument har en hög reliabilitet och validitet, d v s det mäter på ett tillförlitligt sätt det som avses att mätas.

Med ett sådant mätinstrument kan mätningen kvalitet ökas och bli mer objektiv. Denna objektivitet gör det lättare att även diskutera frågor som är känsliga. Det kan skapa förutsättningar för en mer öppen dialog om verkliga problem som inte är knutna till en speciell subjektiv uppfattning, representerad av en person eller "falang" inom företaget.

Hög reliabilitet och validitet bidrar även till att uppnå ett kvalitativt bra mätresultat och bättre förutsättningar för en högre kvalitet på analysen av mätdata. Med ett väl strukturerat, pedagogiskt hjälpmedel kan tidsåtgången för deltagande av personal från företagets sida (och därmed kostnaden för företaget) hållas ned, med bibehållet hög kvalitet på resultatet.

Det kan vara av vikt att skapa en medvetenhet om den nuvarande situationen. Ett Mätinstrument med tillhörande analystekniker kan tjäna som ett verktyg för en dialog i företaget om den nuvarande situationen.

Det som mäts och utvärderas är ofta det som sedan blir föremål för förändring. Om man vill åstadkomma en förändring som avser organisation, människor och teknik, behöver man därför ett hjälpmedel som mäter dessa olika aspekter så att de kan bli föremål för analys.

1.9 Syfte

Syftet med den forskning som redovisas i föreliggande rapport är att utforma, pröva och utvärdera ett hjälpmedel för att mäta förekomsten av viktiga faktorer och förutsättningar för produkt- och tjänsteutveckling där utveckling av programvara är en väsentlig del. För att utforma ett mätinstrument som värderar viktiga faktorer i produktutveckling behövs en referensmodell som kan operationaliseras i ett mätinstrument i form av ett frågeformulär. Detta hjälpmedel ska användas för att stödja införande av nya arbetssätt som syftar till att korta ledder och höja kvaliteten på processer och produkter som utvecklas.

1.10 Angreppssätt

Utgångspunkten för forskningen har varit att betrakta programvaruutveckling ur ett produktutvecklingsperspektiv. Genom detta har det varit naturligt att skaffa sig en bild av forskningsläget inom produktutveckling inom industrin. Hypotesen har varit att de resultat som man nått i denna forskning skulle vara tillämpbara på produktutveckling med en väsentlig del programvaruutveckling.

Ett alternativt tillvägagångssätt skulle ha varit att börja inifrån för att sedan gå ut. Det tillvägagångssätt som valts är att gå utifrån och in. Detta angreppssätt syns också vara ett nytt angreppssätt sett i relation till den forskning som görs inom programvaruutveckling. På detta sätt kan man dra nytta av forskning och erfarenheter från ett ny kunskapskälla.

Eftersom ett syfte med forskningen vara att ta fram ett utvärderingsinstrument av viktiga faktorer och förutsättningar för produktutveckling med programvaruutveckling som en viktig del, fanns det behov av att ta fram en referensmodell över dessa faktorer och förutsättningar. Empiriska studier inom organisationsrelaterad forskning var här en viktig källa, speciellt studier av japansk bilindustri som vara både relevant och omfattande.

Kompletteringar har gjorts med erfarenheter från Sverige och med erfarenheter från programvaruutveckling, genom intervjuer med projektledare i 4 företag som hade lett projekt som var intressanta därför att de lyckats med att korta ledtider på ett dramatiskt sätt genom nya arbetssätt, arbetssätt som hade stora likheter med erfarenheterna från främst japansk bilindustri.

En annan forskningsgren som studerats noga har varit en mer ingenjörsorienterad forskning kring begreppet Concurrent Engineering. En sammanfattning av detta begrepp och forskning inom detta område har gjorts i denna rapport. Likheterna är stora mellan de olika forskningsriktningarna.

En annan utgångspunkt har varit att utveckla ett utvärderingsinstrument genom att successivt prova och utvärdera det på verkliga fall. Mätinstrument har utprovats på organisationer som själva av olika skäl ville göra en utvärdering av sitt utvecklingsarbete. Den forskningsprototyp som utprovades skulle samtidigt ge nytta för de som provade mätinstrumentet.

Detta angreppssätt bidrar till att utvärdera mätinstrumentet som ett hjälpmedel för att förbättra ett utvecklingsarbete i riktning mot att korta framförallt ledtiderna, förutom att det ger en ökad realism i arbetet med att utveckla frågeformulär och analysmetodik. Utvecklingen av frågeformuläret har gjorts genom pilottester. (För en metodgenomgång se respektive avsnitt).

1.11 Bidrag till forskning och utveckling

Bidrag till forskningen är framtagning av referensmodell för viktiga faktorer och förutsättningar för en effektiv produktframtagning och dess operationalisering i ett frågeformulär.

1.12 Översikt av rapporten

I kap 2 redovisas forskning om framgångsfaktorer inom produktutveckling inom bland annat bilindustrin. I slutet av detta kapitel behandlas begreppet Concurrent Engineering samt dess relation till andra begrepp.

I kap 3 sammanfattas forskning inom produktutveckling avseende viktiga faktorer för en effektiv produktutveckling. En integrerad modell med aktörer, egenskaper hos dessa kopplat till olika aspekter av produktutveckling presenteras kortfattat i slutet av kap 3.

I kap 4 sammanfattas en intervjustudie som gjorts med erfarna projektledare som bedrivit framgångsrika produktutvecklingsprojekt.

I kap 5 beskrivs en referensmodell för utvärdering av viktiga faktorer i produktutveckling som är en syntes och fördjupning av den redovisning som gjorts i kap 2, 3 och 4.

I kap 6 behandlas metodfrågor i samband med konstruktion av formulär som ska operationalisera referensmodellen. Här redovisas även erfarenheter från användning av formulär i tre organisationer vilket resulterat i en metod för genomförande av processmätningar i syfte att förbättra processerna. Reliabilitetsmått på formuläret redovisas.

I kap 7 behandlas två andra utvärderingshjälpmedel som baserar sig på synsättet Concurrent Engineering.

2. Lärdomar från industrin – Den nya produktutvecklingen

Inom bilindustrin i Japan har nya tekniker för produktutveckling och produktion gett stora effekter efter andra världskriget. Denna utveckling har studerats ingående av forskare¹. Även inom många andra branscher har det skett stora förändringar i hur man utvecklar produkter med nya arbetssätt och tekniker som drastiskt har kortat ledtider vid utveckling.

Produktutveckling har kommit i centrum som en nyckelfråga när det gäller överlevnad på sikt, där målet har varit och är att uppnå samtidig optimering av tid, produktivitet och kvalitet. [Clark and Fujimoto 1991] [Meyer 1993], [Wheelwright and Clark 1992], [Carter and Baker 1991].

Detta har krävt en helhetssyn och ett ifrågasättande av etablerade synsätt för att nå konkurrenskraftiga lösningar. Begrepp som *Concurrent Engineering*, *Simultaneous Engineering*, *Integrated Product Development*, *Lean Production*, *Lean Design*, *Just-In-Time*, representerar aktuella arbetssätt som har gett de ledande biltillverkarna en stor konkurrenskraft genom stora förbättringar i produkt, produktion och produktutveckling.

I detta avsnitt tecknas bakgrunden till och de drivande faktorerna bakom förändringarna inom bilindustrin samt summeras de faktorer som var och är avgörande för mästerskap inom produktutveckling. Underlag för denna redogörelse är [Clark and Fujimoto 1991] samt [Womack, Jones et al 1990].

I avsnitt 2.2 ges exempel på hur man även inom andra branscher har tagit till sig dessa nya koncept och nått stora effekter.

2.1 Produktutveckling inom bilindustrin

Förändringar i förutsättningarna för konkurrenskraft

I *Product Development Performance – Strategy, Organisation and Management in the World Auto Industry* av Clark och Fujimoto [Clark and Fujimoto 1991] anges tre drivande faktorer för utvecklingen av en ny strategi för produktutveckling:

- uppkomsten av en intensiv internationell konkurrens,
- uppkomsten av en fragmenterade marknad av krävande och sofistikerade kunder
- den tekniska utvecklingen.

Dessa faktorer har bidragit till att göra mästerskap inom produktutveckling till en avgörande faktor för ett företags konkurrensförmåga i nuet och på sikt.

Bilindustrin efter 2:a världskriget

Efter andra världskriget var bilindustrierna relativt skyddade på sina regionala marknader. Detta gällde speciellt den amerikanska bilindustrin. Bilproducenterna kunde också anpassa sina produkter efter en relativt stabil kundbild. En del företag i Europa hade en mycket trogen kundkrets. För dem handlade det mycket om att inte avvika från tidigare produktkoncept. Marknaden stördes inte nämnvärt av nya koncept. Ännu hade inte kunderna så sofistikerade och diversifierade behov.

Situationen i Japan var annorlunda. Den internationella konkurrensen var ännu inte lika hård, men konkurrensen på hemmaplan var desto hårdare. Marknaden och bilindustrin var outvecklad. Kunderna var inte trogna ett visst bilmärke utan kunde byta märke utan några tidigare bindningar. Det blev därför viktigt för de japanska bilföretagen att snabbt kunna ta fram nya modeller. Produktionstekniken var inte heller så utvecklad i Japan och man var fullt upptagen med att ta till sig ny produktionsteknik.

De stora amerikanska bilarna tillät även relativt stora frihetsgrader i konstruktionsarbetet, då olika komponenter lättare kunde anpassas i det stora utrymmet om så

¹ I t ex forskningsprojektet IMVP (International Motor Vehicle Program) vid MIT.

krävdes. Man excellerade i exklusiv design² hellre än i komplext ingenjörsarbete. De europeiska biltillverkare hade i allmänhet en mer sofistikerad konstruktion. De japanska biltillverkarna gjorde mindre bilar vilket ställde mycket höga krav samordning av konstruktionen av de olika delarna i en bil.

Förutsättningarna för den japanska bilindustrin var svåra. Ett radikalt nytänkande krävdes för att se över de gängse metoder för produktion, produktutveckling.

Japansk industri kopierade inte bara en vinnare. Man satte igång en utveckling av nya sätt att producera och utveckla produkter som haft en enorm betydelse för industriell utveckling sedan andra världskriget och som representerar ett nytt skifte i produktionsteknik.

Nya villkor under 80-talet

Under 80-talet skedde en internationalisering av många marknader och industrier. Antalet aktörer på den internationella arenan hade ökat. Skillnaden mellan dessa aktörer har också successivt minskat sedan andra världskriget.

Kundernas erfarenheter har ökat och har utvecklat avancerade behov och mer diversifierade förväntningar. Detta har ställt ytterligare krav på nya strategier för produktutveckling för att kunna konkurrera framgångsrikt genom en målinriktad och differentierad produktutveckling.

Den tekniska utvecklingen har gjort det möjligt att tillfredsställa kraven från allt mer sofistikerade kunder. Djupare kunskap har bidragit med nya möjligheter att skraddarsy produkter för att möta behoven. Det är allt svårare idag att bygga en produkt på en överlägsenhet inom en viss teknologi, då detta försprång snabbt hämtas in. Detta ställer högre krav på att snabbt kunna utnyttja nya teknologiska plattformar och ständigt utnyttja de kommande för framtida produkter.

Skillnader i konkurrenskraft

Japansk bilindustri var alltså tvungen att tänka i radikalt nya banor³, för att bygga upp en ny industri i den internationella konkurrensen. En sammanställning av de resultat man uppnått, som på olika sätt belyser skillnader mellan japansk produktutveckling och europeisk och amerikansk, finns i boken *The Machine that Changed the World: the story of lean production* [Womack, Jones et al 1990] Den återges här nedan i delar.

Boken ger en sammanfattning av forskningsprogrammet IMVP (International Motor Vehicle Program) vid MIT. Sammanställningen baserar sig på uppgifter från bl a Clark och Fujimotos forskning. Siffrorna är från mitten av 80-talet då skillnaderna fortfarande var stora. Idag har den amerikanska och europeiska bilindustrin knappt in på försprånget som Japan haft inom bilbranschen⁴.

² Vilket bidragit till en hel kulturskatt av gamla 50- och 60-tals 'jänkare'.

³ Se boken J. P. Womack, D. T. Jones, D. Roos, *The Machine That Changed The World: the story of lean production*. (Harper Perennial, New York, 1990), för en kort historik om villkoren för de japanska bilindustrin efter andra världskriget. Att tala om en verklig *Business Process Reengineering* i detta sammanhang är ingen överdrift.

⁴ I NY Teknik1994:9 kunde man läsa att Saab kortad tiden för att utveckla en körbar prototyp till ca 6 månader. Se vidare om detta i avsnitt 2.2.

Prestanda i Produktutveckling i bilindustrin, mitten av 80-talet

	Japanska producen- ter	Ameri- kanska producen- ter	Europeiska Volym producente r	Europeiska specialist producenter
Ingenjörstimmar i medeltal för en ny bil (Mh)	1,7	3,1	2,9	3,1
Utvecklingstid i medeltal för en ny bil (mån)	46,2	60,4	57,3	59,9
Antal anställda i ett projekt	485	903	904	
Gemensamma delar	18%	38%	28%	30%
Leverantörers del i utvecklingen	51%	14%	37%	32%
Andelen försenade produkter	1 av 6	1 av 2	1 av 3	
Utvecklingstid för pressverktyg (mån)	13,8	25,0	28,0	
Ledtid för prototyper	6,2	12,4	10,9	
Tid från produktionsstart till första försäljning (mån)	1	4	2	
Tid till normal produktivitet efter en ny modell (mån)	4	5	12	
Tid till normal kvalitet efter en ny modell (mån)	1,4	11	12	

Tabell 1. Extract från J. P. Womack, D. T. Jones, D. Roos, *The Machine That Changed The World: the story of lean production*. (Harper Perennial, New York, 1990).

Kortfattat kan man sammanfatta resultatet på följande sätt. De japanska företagen lade ner knappt hälften så mycket arbetstid (ingenjörstimmar) för utveckling av en ny bilmodell som både de amerikanska och europeiska bilproducenterna gjorde.

Utvecklingstiden var 2/3 jämfört med USA och Europa. De använde hälften så många utvecklare i varje projekt. Anmärkningsvärt är att notera att andelen gemensamma delar inte var så hög som den är i t ex USA som har satsat på storskalighet i återanvändning av komponenter. En mycket stor skillnad finns också i andelen underleverantörer som var involverade i utvecklingsarbetet. Hela 51% inom japansk bilindustri⁵.

En stor skillnad var även att andelen försenade produkter är mycket lägre i japansk bilindustri (var sjätte). I USA blev varannan produkt försenad. En annan viktig faktor för att bedöma tid till marknadsintroduktion, var att tiden från produktionsstart till första försäljning var mycket kortare. Detta visar att japansk bilindustri inte bara var bra på att utveckla och producera, utan även att distribuera snabbt till kund. Betydande skillnader kan konstateras i tid till att uppnå normal kvalitet efter att en ny produkt har börjat produceras.

⁵ Kopplingen till underleverantörerna är också annorlunda. Man satsar på ett långsiktigt förhållande och fokuserar inte framförallt på att pressa kostnader som i amerikansk bilindustri. Man ger även utrymme för designbeslut för underleverantören, och inte en detalj-specifikation. Man utnyttjar även en kedja av olika underleverantörsgrupper som i sin tur består av underleverantörer.

Angreppssätt inom bilindustrin för att möta utmaningarna

Enligt Clark & Fujimoto [Clark and Fujimoto 1991] finns det tre parametrar för att mäta framgång i produktutveckling, *ledtider*, *produktivitet* samt *produktkvalitet*. De konstaterar en positiv korrelation bland de undersökta företagen mellan kortare ledtider och höjd produktivitet. För en del företag finns en positiv korrelation mellan kortare ledtider och höjd kvalitet men bilden är här inte entydig.

Det framgår även att excellensen i produktutveckling är ett resultat av en förmåga på lång sikt.

Vilka var då de kritiska faktorerna som skilde de framgångsrika bilföretagen från dem som hamnade på efterkälken? Clark och Fujimoto sammanfattar fyra teman som behandlar de faktorer som är avgörande för en framgångsrik produktutveckling:

- **fokus på rätt parametrar för en överlägsen prestanda i produktutveckling**
- **integrering av utvecklingsprocessen**
- **integrering av kund och leverantör i utvecklingsprocessen**
- **tillverkning för konstruktion.**

Vad är en överlägsen prestanda i produktutveckling?

För att vara framgångsrik inom produktutveckling krävs det att företagsledningen inte enbart fokuserar på *en* parameter för att uppnå excellens. Tvärtom kan fokusering på en parameter skapa problem inom andra områden. Företaget måste förstå att ledtider, produktivitet och kvalitet är ömsesidigt beroende och att varje parameter har en speciell roll.

Fokuseringen på *tid* är ofta ett bra sätt att samla ansträngningar för att finna förbättringsåtgärder. Genom att fokusera på tid, tillsammans med andra ansträngningar är det ofta möjligt att lyfta upp de problem som orsakar långa utvecklingstider.

Det är inte möjligt att reducera ledtiderna med bibehållna kostnader utan att ändra på de grundläggande arbetssätten vid produktutveckling. Många gånger kan ansträngningar för att korta ledtiderna, om de kombineras med en förändring av nuvarande arbetssätt, innebära mycket större vinster inom produktivitet och kvalitet. Större än vad som vinnas i kortare ledtider. Fokusering på tid kan alltså vara en drivande faktor för att åstadkomma förändringar.

Produktivitet i utvecklingsarbetet är en dold konkurrensfördel. Det är dock ofta svårt att mäta produktiviteten som ofta hamnar i skymundan jämfört med andra faktorer som t ex ledtider. En hög produktivitet inom produktutvecklingen leder till en större flexibilitet i att möta nya krav samt till möjligheten att hantera fler utvecklingsprojekt samtidigt vid en given resursmängd. Detta skapar möjligheter till en större diversifiering i produktutbudet givet samma resurser.

Produktkvalitet, eller total produktkvalitet, handlar om att produktens helhetsupplevelse stämmer med kundens förväntning av produkten. Det är viktigt att utveckla en djup förståelse av kundens behov och användning av produkten. Ett företag kan vara snabbt och effektivt men om den inte producerar en bra produkt kommer den inte att vara marknadsledande.

Integrering av utvecklingsprocessen

I en situation då kundernas krav ständigt ändras och då tid är en kritisk faktor ligger nyckeln till en förbättrad produktutveckling i att integrera utvecklingsprocessen med alla relaterade processer. Enligt [Clark and Fujimoto 1991] och deras forskning innebär en integration en förkortning av ledtiderna och en kraftig ökning av produktiviteten i utvecklingsarbetet.

Integrering kräver en överlappning avseende tid, rum, idéer, kompetens, metoder, språk, attityder, synsätt, mm. Att arbeta parallellt utan att förbättra kommunikationen mellan de olika människorna i en process, utan att arbeta mot ett gemensamt mål med ett ömsesidigt förtroende, kan leda till rakt motsatt effekt, till att skapa förvirring, låsningar, m m.

Strävan efter integrering måste ses som en reaktion på en desintegrering av utvecklingsprocessen. Den långt drivna specialiseringen i de stora företagen har lett till en utveckling av alltför stora utvecklingsgrupper. För stora grupper leder till långsammare arbete och löper en stor risk för ökande kommunikationssvårigheter.

Integrering kan åstadkommas med mindre utvecklingsgrupper. [Clark and Fujimoto 1991] fann att biltillverkare som hade mindre specialiserade ingenjörer var bättre rustade att utveckla bättre produkter mycket snabbare och med högre produktivitet än deras överspecialiserade konkurrenter.

Plattare organisationer har bättre förutsättningar att bli integrerade än komplexa hierarkiska organisationer. Alltför många intressen, alltför många gränssnitt och organisatoriska gränser gör en integration mycket svår att genomföra. En enklare struktur med färre beslutsfattare är mycket bättre lämpad för att utveckla en bättre förståelse och kommunikation vilket bidrar till en integration.

Enligt [Clark and Fujimoto 1991] undersökning måste företagsledare för att integrera utvecklingsprocessen, samla människor i tiden, rummet, bidra till en gemensam referensram, gemensamma attityder, minska utvecklingsgrupperna, bredda individernas kompetens och förenkla och platta till organisationen.

Integrering av kund och leverantör i utvecklingsprocessen

Framgångsrika företag har inte bara åstadkommit en *inre* integrering. En *extern* integrering av kundernas behov i utvecklingsprocessen är också nödvändig. Genom att se *produktutveckling som en simulering av produktions- och konsumtionsprocessen* kan man åstadkomma en bättre integrering av produktions- och konsumtionsaspekter. Integrering av kund och produkt innebär att integrera marknad, utveckling och produktion. Nyckelfaktor för framgång är att inrikta hela utvecklingsorganisationen med kundfokusering och se till att *bra produktkoncept påverkar designen av produkten*. Se även [Clark and Fujimoto 1990].

"Tunga" personer som produktansvariga är viktiga för att åstadkomma ovanstående integrering.

En närmare kontakt mellan utvecklare och slutkunderna och brukarna är viktiga för utvecklarna, liksom systematiska marknadsundersökningar. Ibland är det också möjligt att involvera kunderna i utvecklingsprocessen, även om det ibland kan vara svårt för kunden att uttrycka sina behov.

Extern integrering är i första hand kopplat till total produktkvalitet, inte till kortare ledtider eller produktivitet.

Att integrera underleverantörer i utvecklingsprocessen kan däremot bidra både till kortare ledtider och höjd produktivitet. Erfarenheterna från den japanska bilindustrin är utvecklingen av ett långsiktigt förhållande till underleverantörerna, ett partnerskap där relationen bygger på att båda parter ska tjäna på samarbetet.

Kostnadsfokusering är inte den drivande faktorn i dessa relationer utan underleverantörernas förmåga att på sikt leverera med kvalitet och till reducerad tid, men också förmåga att integrera sig i utvecklingsprocessen. Man siktar på få leverantörer. Enligt tabell 1 bidrog underleverantörer med hela 51% i utvecklingen av en ny bilmodell.

Tillverkning för konstruktion

Konstruktion som är lätt att tillverka och sätta samman har varit mycket i fokus (t ex Design For Manufacturability, Design For Assembly). Tillverkning för konstruktion fokuserar på de aktiviteter då produkt och produktionsprocess sammanförs. Det handlar om aktiviteter som att ta fram fungerande prototyper. Det handlar om konkretisering av koncept. Genom att ta till sig erfarenheter från tillverkning som JIT (Just In Time), TQC (Total Quality Control) och ständig förbättring kan även produktutvecklingen lära sig av erfarenheter från tillverkning.

Prototyper har traditionellt haft en roll att testa en produkts design eller att validera krav, men det kan också ses som en simulering av produktionsprocessen. På sätt kan prototyputveckling ses som en del i en integrering av utvecklings- och produktionsprocess.

Ledarskap, lagarbete, kommunikation och parallell utveckling inom bilindustrin

Ovanstående bild behöver kompletteras med andra skillnaden mellan japansk, amerikansk och europeisk bilindustri, som bidragit till framgång inom produktutveckling.

I *The machine that changed the world: the story of lean production* [Womack, Jones et al 1990] sammanfattas skillnaderna i metoder för produktutveckling, mellan de traditionella massproducerande bilföretagen och de japanska företagen, under fyra olika teman: *ledarskap, lagarbete, kommunikation och parallell utveckling*.

Ledarskap

Ledarskap innebär att projektledaren för ett utvecklingsprojekt inte bara har ett mycket större ansvar för utvecklingen av produkten, han/hon har även ett betydligt större inflytande över produktens utformning. Denna typ av projektledare benämns i Toyota som *shusa*. En *shusa* är inte en koordinatör som i många företag i Västeuropa och USA, vars roll är att övertyga projektmedlemmarna att de tjänar på att samarbeta. En *shusa* har en betydligt högre status och befogenheter med eget belönings-system. Det finns en egen karriärväg att tillgå för projektledare och projektdeltagare förutom den traditionella.

Lagarbete

För att åstadkomma ett fungerande lagarbete är det viktigt att skapa en lojalitet till projektet. En projektdeltagares prestation i projektet måste vara viktigt för hur man värderar hans insats i företaget. Inte i första hand hur han försvarar linjens intressen i projektet.

För att åstadkomma ett bra lagarbete över de funktionella gränserna får inte ett projekt genomlöpa organisationen från funktion till funktion.

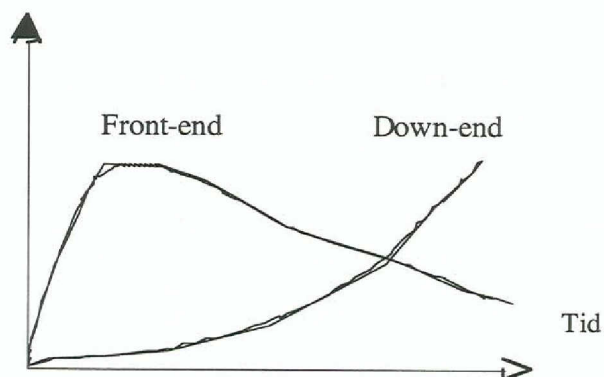
För att ett projektet ska lyckas med att skapa en verklig laganda på tvären över yrkes- och funktionstillhörigheter genom hela projektet, kan inte projektdeltagarna vara utlånade på kort tid i projektet, utan de måste leva med hela projektet. Detta är en viktig faktor för att säkra kontinuitet.

En viktig orsak till hög produktivitet ligger ju i att utveckla en gemensam syn och erfarenheter i ett projekt en längre tid. Detta motverkas om projektmedlemmar ständigt rycks till andra arbeten i linjen.

Kommunikation

En typisk skillnad ligger i hur man hanterar kommunikation i utvecklingsprojektet. I amerikanska och europeiska företag dröjde man ganska länge med att lösa olika designkonflikter i projektet. I japanska projekt gjorde man en intensiv uppstart (s k front end loading) av projekten, dvs man såg till att lösa alla avgörande problem i början. Intressant är att man satsar på att engagera många personer i början av projektet.

Resurser



Figur 2 Intensiv uppstart och intensiv slutfas.

I ett traditionellt utvecklingsprojekt kommer en stor mängd projektdeltagare i slutet av projektet (s k down end loading) vilket skapar stora kommunikationsproblem, men även upptäckt av fel i design som måste rättas till.

Parallell utveckling

I ett massproducerande bilföretag i USA väntade t ex de som skulle tillverka pressverktygen för tillverkningen av de olika chassidelarna, på att de skulle få exakta specifikationer innan de ens beställde material. Den tid det tog att tillverka pressverktyg var i genomsnitt två år. I ett typiskt japanskt företag tog samma tillverkning 1 år med liknande tekniska förutsättningar. Hur var detta möjligt?

Genom att inte vänta på en fullständig specifikation, genom att arbeta parallellt och starta omedelbart när utformningen av chassidelarna startar. Denna ökande parallellitet kräver en intensivare kommunikation. Den kännetecknas av att den sker oftare, med preliminär information, med mycken återkoppling och en medveten riskhantering. En intensiv kommunikation på tvären över organisations- och yrkesgränser är en förutsättning för en parallell utveckling.

2.2 Exempel från andra industrigrenars tillämpning och uppnådda effekter

Det är inte bara inom bilindustrin som man tillämpat ny produktionsteknik och nya former för produktutveckling. I praktiskt taget alla viktiga industribranscher är så fallet. Nedan följer i korthet några exempel på detta.

Philips

Philips, en av världens största producenter av konsumtionselektronik, har förändrat sin produktutveckling för att matcha de japanska jättarna [Clipson 1992] som Sony och Sharp, genom att t ex applicera DFA och DFM (Design For Assembly, Design For Manufacturing). Det innebär att i designskedet utforma produkten på ett sådant sätt att den är enkel att sätta samman eller tillverka, så att t ex robotar och andra datorstyrda bearbetningsmaskiner enkelt kan anpassas och utnyttjas maximalt.

Man har minskat antalet delar med 30%, antalet operationer med 30%, samsättningsstid med 30% och ökat antalet delar som kan sättas ihop automatiskt från 40% till 90%. Genom att förändra sin produktutveckling har man reducerat en del av sina produktcykler från 14-16 månader 1980 till 7 månader 1988.

Saab

Saab har kortat sina utvecklingstider dramatiskt genom att tillämpa Concurrent Engineering. I Ny Teknik (Ny Teknik 1994:9) rapporteras om en undersökning av AT Kearney (till stora delar hemlig) att Saab numera tillhör de snabbaste att ta fram en

körbar prototyp tillsammans med två andra japanska företag. Framförallt har man förändrat sitt arbetssätt genom att arbeta över olika avdelningar i olika arbetsgrupper och arbetat parallellt i sex olika delprojekt. Konstruktörer, formgivare, produktionspersonal, personal från marknadsföring och service deltog i de olika arbetsgrupperna. Beslut kunde tas snabbare genom att de delegerades ned till de berörda.

Ericsson

Inom Ericsson finns ett flertal exempel på tillämpning av Concurrent Engineering i olika projekt. Detta är en mer eller mindre officiell strategi på Ericsson för att korta ledtiderna vid produktframtagning.

När Lars Ramqvist (Koncernchef) ombads att hålla en Innovation lecture i London den 15/2, sponsrad av Storbritanniens handels- och industridepartement och 'Confederation of British Industry', valde han att tala om bl a Concurrent Engineering för att beskriva de utmaningar som det handlar om för att konkurrera, genom att få ut nya produkter på marknaden billigare och snabbare [Fisher 1994].

Vid ett projekt på Ericsson Telecom har man reducerat tiden (halvering) för att utveckla en AXE telefonväxel hos kund. De faktorer som bidrog till kortande av ledtider var noggrann projektstyrning med en detaljerad beskrivning av aktiviteter med noggrann uppföljning, erfaren personal, förankrad tidsplan med en parallell utveckling och testning [Wiktorin 1994].

Vid Ericsson Radio Systems AB har man även tillämpat Concurrent Engineering vid utveckling av ett digitalt mobiltelefonisystem i Japan, det s k Japanprojektet, vilket lett till reducerade ledtider. Man har tillämpat samtidig testning och design uppdelat i mindre arbetssteg. Man har tillämpat tvärfunktionella grupper, ett ökat livscykel-tänkande från analys av specifikation med kund till uppackning av leverans. Viktiga faktorer i detta projekt har även varit Configuration Management och hantering av produktinformation. [Köhlmark 1994], [Öhlund 1994b].

Vid Ericsson Radar Electronics pågår ett R50 projekt liknande det som drivs vid ABB (T50) för att reducera ledtiderna vid utveckling.

Fujitsu

Vid Fujitsu har man de senaste fem åren tillämpat en processmodell för samtidig utveckling [Aoyama 1993] Man har lyckats att reducera utvecklingen av ett storskaligt telekommunikationssystem från en utvecklingscykel för en release från ett år till tre månader. Vidare har man uppnått en jämnare resursallokering över hela projektet vilket bidragit till en ökad produktivitet. Man har hämtat inspiration från utvecklingen av ny produktionsteknik som lean production.

Andra exempel

I *Strategi för produktion och produktutveckling – integration och flexibilitet*. [Börjesson, Hörte et al 1993] finns en sammanställning över olika företags satsningar på att korta ledtiderna för produktutvecklingen. Dessa ansträngningar är alla relaterade till satsningar inom 'concurrent engineering', 'simultaneous engineering' etc. Av nedanstående tabell framgår det att de effekter som man uppnått är ganska stora.

Den visar även att det är i olika branscher som dessa satsningar gjorts, allt från mekaniska produkter till produkter där utvecklingsinnehållet vad gäller programvara är mycket stort (i exemplet Motorola).

Företag	Produkt	Tidigare utvecklingstid	Senaste utvecklingstid
ABB	Ställverk	36-48	10
AT&T	Telefon	24	12
Digital	PC	30	12
Honda	Bil	60	36
HP	Skrivare	54	22
Motorola	Mobiltelefon	36	18
Navistar	Lastbil (pick-up)	60	30
Xerox	Kopiator	60	24

Tabell 2 Hämtad från S Börjesson, S-Å Hörte, L Trygg, C Tunälv, Strategi för produktion och produktutveckling – integration och flexibilitet. P. Lindberg, Ed., (Publica, Falköping, 1993).

En mängd olika företag i Sverige satsar på att tillämpa Concurrent Engineering för att förbättra sin produktutveckling. I en undersökning ([Hörte and Trygg 1992] i [Börjesson, Hörte et al 1993]) av de 160 största företagen inom svensk verkstadsindustri framkom att mer än hälften av de tillfrågade företagen arbetade aktivt med att förbättra sin produktutveckling.

De vanligaste benämningarna på dessa förbättringsprogram var Integrerad produktutveckling, Parallell produktutveckling, mm. Nedan (tabell 3) följer en sammanställning av de syften som de olika företagen hade med sina program samt deras målsättningar. Av tabellen framgår det att det viktigaste motivet var att reducera leddtiden i utvecklingsarbetet. Intressant att notera är även syften som att involvera underleverantörer och kunder i utvecklingsarbetet.

Verkstadsindustrins konstruktions- och utvecklingsplaner (1992)

Syfte	Prioritet	Förbättring målsättning %
Reducera leddtiden i utvecklingsarbetet	83	39
Ta fram bättre marknadsanpassade produkter	62	47
Reducera utvecklingskostnaderna	57	25
Involvera underleverantörer i utvecklingsarbetet	52	23
Höja den tekniska nivån på produkterna	45	35
Involvera kunderna i utvecklingsarbetet	40	34

Tabell 3 Hämtad från S Börjesson, S-Å Hörte, L Trygg, C Tunälv, Strategi för produktion och produktutveckling – integration och flexibilitet. P. Lindberg, Ed., (Publica, Falköping, 1993).

2.3 Genomgång av ett antal definitioner av CE

I tidigare avsnitt har bakgrunden tecknats till utvecklingen inom bilindustrin i Japan. De japanska bilföretagen har utvecklat en helt ny produktionsteknik och nya sätt att utveckla produkter som skilde sig från de banbrytande tekniker som Henry Ford införde på 20-talet i sina fabriker i USA. Fords principer för massproduktion som sedan dess utvecklats och förfinats mellan kriget och efter andra världskriget har varit ledstjärna för industrins utveckling under 1900-talet.

Forskarna i IMVP [Womack, Jones et al 1990] menar att det som japansk bilindustri åstadkommit i införande av ny produktionsteknik och principer för produktutveckling utgör en lika stor omvälvning som Henry Fords införande av massproduktion och det löpande bandet.

Det är mot denna bakgrund som man kan förstå den genomslagskraft som detta haft inom alla industribranscher och inte bara i bilindustrin. Denna utveckling har under hand fått olika tolkningar och olika namn. Forskarna i IMVP benämner den nya produktionstekniken inom bilindustrin för *Lean Production*.

En liknande utveckling har funnits inom elektronikindustrin och försvaret i USA. 1979 studerade t ex Xerox och HP olika sätt att utveckla produkter i förhållande till den utländska konkurrensen, 1982 jämför Xerox olika utvecklingsätt. [Carter and Baker 1991]

Försvarets stora forskningsprojekt DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency) började 1982 en studie av olika sätt att öka samtidigheten i utvecklingsprocessen. Fem år senare släpptes resultaten av denna studie och kom att utgöra grundvalen för många andra fortsatta studier och tillämpningar.

1988 kom en IDA (Institute for Defence Analysis) rapport [Winner et al 1988] ut som myntade termen Concurrent Engineering. Den löd som följer (översatt av ff):

"Concurrent Engineering är ett systematiskt angreppssätt för den integrerade, samtidiga utformningen av produkter och dess relaterade processer, inklusive tillverkning och stöd.

Detta angreppssätt syftar till att få utvecklare att från början ta hänsyn till alla delar av en produkts livscykel från idé till skrotning, inklusive kvalitet, kostnad, tidsplan och användarkrav."

och på engelska:

"Concurrent Engineering is a systematic approach to the integrated, concurrent design of products and their related processes, including manufacture and support.

This approach is intended to cause the developers, from the outset, to consider all elements of the product life cycle from conception through disposal, including quality, cost, schedule, and user requirement."

Denna definition fokuserar på två saker:

- att hela livscykeln för en produkt från idé till skrotning ska beaktas vid konstruktion av en produkt.
- att denna konstruktion sker parallellt både vad gäller produkten och alla relaterade processer.

I IDA-rapporten konstaterade man att produkter tar för lång tid att utveckla, kostar för mycket att producera och inte svarar upp till de förväntningar som fanns eller löften som gavs. De grundläggande orsakerna till detta var att produktutvecklingen och produktionen var separerad i tiden med liten samverkan.

Den kunskap som fanns i organisationen om produktion, underhåll, drift m m, utnyttjades inte i de tidiga faserna av ett utvecklingsprojekt, information gick ofta förlorad liksom de intentioner man hade i början av utvecklingen av produkten. Många brister i produkten upptäcktes sent, de 'fixar' man blev tvungna att göra blev mycket kostsamma. Allt detta ledde till kvalitetsbrister, höga kostnader och långa utvecklings-tider.

Lösningen på några av dessa problem såg man i att konstruktionerna av de olika delarna av produkten och alla relaterade processer skulle ske samtidigt.

Ett annat synonymt begrepp till Concurrent Engineering är Integrerad produktutveckling (IPU) [Andreasen and Hein 1987]. En pionjär inom detta område var Fredy Olsson vid Lunds universitet. Hans modell för Integrerad produktutveckling finns redovisad i *Integrerad produktutveckling – arbetsmodell Sveriges Mekanförbund, (1985)*. [Olsson, Carlqvist et al 1985]⁶

En annan aspekt som finns beskrivet i många texter som behandlar Concurrent Engineering är betoning på lagarbete och kundfokus. Kundfokus finns indirekt med i den första definitionen men inte betoningen av det tvärfunktionella/tvärfackliga lagarbetet. En annan definition som vill utveckla dessa aspekter i Concurrent Engineering, har gjorts av CERC (Concurrent Engineering Research Center) [Cleetus 1992]:

“Concurrent Engineering är ett systematiskt angreppssätt för integrerad produktutveckling som betonar lyhörddhet inför kundernas förväntningar och förkroppsligar gruppvärderingar som samverkan, tillit och delaktighet på ett sådant sätt att beslutsfattande fortskrider med långa intervaller av parallellt arbete med alla livscykelperspektiv tidigt i processen och synkroniserat genom relativt korta utbyten för att skapa konsensus.”

“Concurrent Engineering is a systematic approach to integrated product development that emphasizes response to customer expectations and embodies team values of co-operation, trust and sharing in such a manner that decision making proceeds with large intervals of parallel working by all life-cycle perspectives early in the process, synchronized by comparatively brief exchanges to produce consensus.”

Det finns här en tyngdpunkt lagd både på kundfokus och värderingar om lagarbete baserat på samverkan, tillit och delaktighet. Dessa definitioner sammanfattar några av de viktigaste elementen i Concurrent Engineering:

- parallellt arbete
- livscykel tänkande
- tvärfunktionellt/tvärfackligt lagarbete
- kundfokus.

Dessa olika element måste ses i en helhet och är beroende av varandra. Det är inte Concurrent Engineering att bara arbeta parallellt för att korta ledtider, då blir det reducerat till s k Time Based Management [Bruzelius and Skäravad 1992] tillämpat på produktutveckling.

Livscykel tänkandet är centralt inom Concurrent Engineering. De olika tekniker som utvecklats för att hjälpa utvecklare att ta hänsyn till hela livscykeln hos en produkt⁷, är exempel på detta fokus. I grund och botten är detta synsätt nära knutet till ett nytt kvalitetstänkande som representeras av begrepp som Total Quality Control eller Total Quality Management.

En viktig insikt som återfinns i detta kvalitetstänkande är att kvalitet måste byggas in i produkten och inte uppnås genom kvalitetskontroller (s k defect detection) utan måste byggas in i processen att ta fram produkter.

Det finns även här ett starkt kundfokus med en etablering av ett externt och internt kundförhållande i hela processen och ett visst livscykel tänkande och en förståelse av

⁶ Några exempel på litteratur på svenska om Concurrent Engineering är [Jansson 1990; Södersved 1991]

⁷ T ex Quality Function Deployment (även kallad kundcentrerad planering), Design for Assembly, Design for Manufacturability, Design for Maintainability, Design for Cost, Design för Usability, Design for Disposal, etc.

det nödvändiga med en nedbrytning av de olika funktionella barriärerna. Detta fokus delas av många ansatser.

Inom produktutveckling har det utvecklats tekniker som *Taguchi-metoden* för robust konstruktion och industriell försöksplanering, Statistisk Process Styrning [Bergman 1992] m m. Man kan säga att det här finns en mängd tekniker som inkorporerats under paraplyet Concurrent Engineering.

Det tvärfunktionella/tvärfackliga lagarbetet måste ses som ett instrument för att åstadkomma ett livscykelänkande men även som ett kommunikationsinstrument för att kunna arbeta parallellt. Att även involvera kunder och underleverantörer i utvecklingsprocessen är också ett instrument för att bygga in kvalitet i processen.

Även om det inte finns en uttalad koppling mellan organisation och produktionsteknik och produktutveckling återkommer detta tema i behandlingen av Concurrent Engineering. De aspekter som tas upp är behovet av plattare organisationer, starkare projektledare med egna karriärvägar, delegering av beslut till projektet och till de olika tvärfunktionella/tvärfackliga arbetslagen (s k empowerment) är viktiga element i Concurrent Engineering och dess relation till organisationen.

En bakgrund till uppkomsten av Concurrent engineering är en reaktion mot den s k departementalisering som finns i företagen och som utgör hinder för modern produktion och produktutveckling under 90-talet. En viktig uppgift för de tvärfunktionella lagen är att övervinna denna alltför snäva specialisering och dess indelning av organisationen i ett antal hierarkiskt orienterade funktioner.

Ett annat sätt att betrakta Concurrent Engineering är att dela in det i tre komponenter (anpassat efter [Pawar and Sharifi 1994]):

Olika initiativ för datorstöd

- konstruktionsstöd som CAD/CAE/CAM, simuleringsverktyg, DICE [Sriram 1993] stöd för grupparbete, m m.
- datorstödd kommunikation.
- produktdatahantering som PDM-system (Product Data Management), CM- system (Configuration Management) [Ingram, Burrows et al 1993] och standarder som STEP (Standard för Exchange of Product definition of data) [Davis and Trapp 1991] för produktbeskrivning.

Konstruktionsmetoder (livscykel och kvalitet)

- QFD (Quality Function Deployment) [Andersson 1991], Statistisk Process Styrning [Bergman 1992] och alla Design för X (DFM, DFA etc).

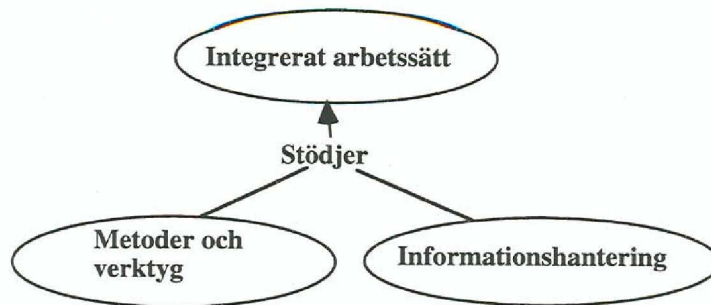
Stöd för konstruktionsarbetet (organisatoriska och mänskliga faktorer)

- lagarbete, organisatoriska frågor, kompetens och utbildning, mm.

I *Stöd för produktutveckling i samverkan*, [Norell 1992] finns en beskrivning av tre huvudingredienser i Concurrent Engineering:

- **Integrerat arbetssätt** som stöds av organisation och ledning.
- **Metoder och verktyg** för produktutveckling och samverkan.
- **Informationshantering.**

Det är det integrerade arbetssättet som innebär en samverkan mellan olika funktioner som ses som den viktigaste ingrediensen i Concurrent Engineering där metoder, verktyg och informationshantering ses som **stöd** men i sig själva inte tillräckliga.



Figur 3 Samspelet mellan huvudingredienser i Concurrent Engineering.

I *Organisation och ledning av kvalitetsarbete – utveckling av en svensk helhetsrelaterad kvalitetsledningsmodell* (1992) [Carlsson 1992] finns ytterligare en beskrivning av de huvudsakliga komponenterna i Concurrent Engineering som förutom **marknadsfokusering** betonar **organisation**, **samarbete** och **information**. Genom att få dessa faktorer att samverka vill man uppnå effektivitet.

I rapporten finns även en intressant uppdelning av olika koncept för industriell verksamhet baserad på en indelning efter fokus på en viss målsättning, och dess tillämpning på olika delar av företaget.

- *Concurrent Engineering* fokuserar på produktutveckling med fokus på högre kvalitet, kortare tid till lägre kostnad.
- *Time Based Competition* fokuserar på snabbhet men ser tillämpningen på hela företaget.
Lean Production fokuserar på kvalitet och produktivitet med tillämpning på produktionen.
- *Total Quality Management* fokuserar på kvalitet att tillämpa på hela företaget.

Dessa nya koncept för industriell verksamhet har många gemensamma drag, som betonar olika honnörsord som helhetssyn, integrering, samarbete, samtidighet, processsyn, leverantörssamarbete, engagemang, m m. Vad som skiljer dem åt är olika fokus och tillämpningsområden.

3 Forskning om produktutveckling – en sammanfattning

Forskning om vilka faktorer i produktutvecklingen som leder till attraktiva produkter, men finansiell framgång, utvecklade på ett effektivt sätt till låg kostnad, på kort tid, med god produktkvalitet, är omfattande och spänner över många olika forskningsgrenar, från organisationsteori, psykologi, till ingenjörsvetenskaperna. Svårigheten att få grepp om all den forskning som bedrivs inom de olika forskningsgrenarna är stor.

Här görs först en grov översikt för att sedan gå igenom de relevanta forskningsresultaten för referensmodellen i redovisningen av denna. Detta avsnitt utgår från en redan gjord översikt över forskning inom produktutveckling som baserat sig på en genomgång av litteratur över empiriska studier publicerade på engelska och publicerad i Europeisk och nordamerikansk organisationsorienterade forskningstidskrifter⁸. [Brown and Eisenhardt 1995].

Kompletteringar har gjorts med ytterligare referenser till forskningsresultat från annat håll. Den klassificering som gjorts i översikten är intressant. Denna översikt är begränsad till organisationsorienterad forskning. Forskning som utgår mer från ingenjörsvetenskaperna, finns redovisad i avsnittet om Concurrent Engineering. När det gäller forskning inom organisationspsykologi har en avgränsning gjorts till att kortfattat redogöra för Göran Ekvalls forskning och forskningsresultat. Dessa har stor relevans för frågeformuläret.

Forskningsperspektiven kan intressant nog kategoriseras efter Leavitts modell: *strukturorienterade, metod/teknik-orienterade* samt de som fokuserar på *aktörerna*. Den organisationsrelaterade forskningen täcker i vissa fall både struktur och aktör, med tonvikt på organisatoriska aspekter av produktutveckling. Dock har den forskning som studerar kommunikationens betydelse för framgångsrik forskning och utveckling ett starkt aktörsperspektiv.

Den ingenjörsvetenskapliga forskningen tenderar helt naturligt att fokusera på metod och teknikfrågor, som konstruktionsmetoder, datorstöd, mm. Det är intressant att studera hur olika forskningslinjer täcker upp olika aspekter i Leavitts modell [Leavitt 1965] som ursprungligen togs fram för att klassificera förändringsstrategier och hur den kan användas för att klassificera olika angreppssätt inom forskning som intresserar sig för viktiga faktorer för en effektiv produktutveckling.

Artikeln går igenom ett antal olika forskningslinjer som den identifierat och presenterar översiktligt de resultat som nåtts inom respektive forskningslinje. Därefter sammanförs dessa resultat i en modell som integrerar de olika faktorerna för en framgångsrik produktutveckling. Denna modell kommer att refereras då referensmodeller redovisas i kapitel 5.

3.1 Tre forskningslinjer

Brown och Eisenhardt [Brown and Eisenhardt 1995] identifierar tre huvudlinjer i forskningen: den rationella planen, kommunikationsnätet och den disciplinerade problemlösningen.

Den rationella planen

Den rationella linjen bygger på forskning från Myers and Marquis [Myers and Marquis 1969] och de s k SAPPHO studierna. [Rothwell 1972; Rothwell, Freeman et al 1974].

Det underliggande perspektivet för denna linje är att en framgångsrik produkt är ett resultat av en noggrant planerad utveckling av en bra produkt för en attraktiv mark-

⁸ Studien omfattade Administrative Science Quarterly, Academy of Management Review, Organisation Science, Organisational Studies, Journal of Management Studies, Harvard Business Review, California Management Review, Research Policy och Journal of Product Innovation Management.

nad. Denna utveckling sker av kompetenta tvärfunktionella team som har högsta ledningens stöd. Fokus i denna forskning är undersökningen av de faktorer som bidrar till att en produkt blir en *finansiell* framgång.

Studierna är ofta explorativa och breda i sin ansats, ofta saknas en teoretisk ram. Informationskällan är ofta enskilda personer som i intervjuer eller i enkäter får svara på frågor varför ett utvecklingsprojekt lyckats eller misslyckats.

Fokus på det finansiella resultatet ledde till en början till att man betonade marknadsfrågor framför teknologiska frågor som faktorer för en framgångsrik produktutveckling. Ur denna synvinkel var ett tvärfunktionellt perspektiv en viktig nyckel till framgång.

I SAPPHO-projektet studerade man även faktorer för både misslyckade och lyckade projekt. Man fann inte mindre än 41 faktorer som var betydelsefulla för en framgångsrik produktutveckling. Detta visade även på svagheten i denna forskningslinje som inte utvecklade en teoretisk ram, utan var av mer explorativ karaktär. Senare forskning har fokuserat på produktfördelarna, marknadsfrågor och intern organisation.

I en studie av Cooper och Kleinschmidt 1987 [Cooper and Kleinschmidt 1987] gjorde man observationen att det som var en viktig faktor för framgång var produktens inboende fördelar för kunderna, dess kvalitet, kostnad, m m. Intern organisation var också en viktig faktor, speciellt betonade man de tidiga faserna i utvecklingen, för utveckling av produktkoncept och produktspecifikation, liksom värderingar av marknad och teknik. I detta framstod nyttjandet av tvärfunktionella kompetenser som centrala.

Marknadsvillkoren var också viktiga om en produkt skulle bli en finansiell framgång eller ej. Marknader som var stora och växte var en faktor som bidrog till framgång. Men de drog slutsatsen att marknadsfaktorer var mindre betydelsefulla än produktfördelar och intern organisation.

I "*A model of a new product development: An empirical test.*" betonar man ytterligare det rationella planperspektivet. [Zirger and Maidique 1990]

Annan forskning inom denna linje betonar mer specifika aspekter av planering av utvecklingsarbetet då de fokuserar på faktorer i de tidiga faserna och deras korrelation med framgångsrika produkter. Åter andra fokuserar på utvecklingsprocessens hastighet [Gupta and Wilemon 1990] och sådana faktorer som tidiga tvärfunktionella team, tidigt involverande av kunder och underleverantörer i utvecklingsprocessen, samt ett tydligt och starkt stöd av ledningen för att säkra resurser och ett bra teamarbete.

Denna linje i forskningen har bidragit till en bred förståelse för de faktorer som bidrar till en framgångsrik produktutveckling.

Kommunikationsnätet

Pionjärbete inom detta område har gjorts av Allen vid MIT [Allen 1971; Allen 1977]. Denna forskningslinje fokuserar mycket på hur utvecklingsteamet arbetar för att vara effektivt. Den har ett begränsat fokus, men kompletterar samtidigt de andra forskningslinjerna genom att gå på djupet i hur kommunikationen fungerar i teamet och hur den korrelerar med en framgångsrik produktutveckling.

I studier av Katz och Tushman [Katz and Tushman 1981] lyfte man fram betydelsen av extern kommunikation för framgång. Speciellt såg de den roll som s k gatekeepers hade för att befördra den externa kommunikationen till omgivningen. De samlade inte bara in och överförde den externa informationen, de bidrog även till den externa kommunikationen för de andra teammedlemmarna.

Andra forskare som Ancona och Caldwell [Ancona and Caldwell 1990; Ancona and Caldwell 1992a; Ancona and Caldwell 1992b] observerade att ju fler funktioner som fanns representerade i teamet desto mer utvecklad var den externa kommunikationen och att teamet som helhet presterade bättre. Den externa kommunikationen var av olika slag som ambassadör (politiska aktiviteter som att säkra resurser och finna stöd), koordinering av aktiviteter, allmän bevakning, m m. Framgångsrika team hade en väl utvecklad och varierad extern kommunikation.

Ett annat fokus för denna forskningslinje var den interna kommunikationen. Ancona och Caldwell [Ancona and Caldwell 1992b] fann att de team som hade en bra intern kommunikation (vilket bidrog till bättre definierade mål, realistiska planer, klara prioriteringar, mm) hade en överlägsen prestanda.

Andra forskare har undersökt den interna kommunikationens roll för teamarbetet. [Dougherty 1990; Dougherty 1992; Dougherty and Course in press]. Ett inte förvånande resultat var att det fanns hinder för kommunikation beroende på att olika funktionella enheter hade olika begrepps och tankevärldar och ett eget kunskapskapital. Dessa olika utgångspunkter gav olika tolkningar av samma information.

En intressant idé i denna forskning var att det som skilde framgångsrika utvecklings-team var inte *existensen* av dessa hinder eller inte utan *hur de överbryggades*. I de framgångsrika tvärfunktionella teamen kombinerades de olika perspektiven på ett mycket interaktivt och iterativt sätt. De som misslyckades å andra sidan karakteriserades av att en viss funktionell vy dominerade successiva faser i projektet, d v s en sekventiell, funktionell uppdelning av utvecklingsprocessen.

I de team som hade överkommit de tvärfunktionella kommunikationshindren arbetade man med konkreta uppgifter tillsammans och bröt med tidigare rutiner avseende relationer och fördelning av arbetsuppgifter.

Ett exempel [Dougherty 1992] på detta var ett team som träffade kunden direkt i en fokusgrupp för att få en gemensam förståelse av vem kunden var.

En annan faktor som påverkade teamets effektivitet var dess varaktighet. Man fann att till en början var effektiviteten i teamet låg vad gäller den interna kommunikationen, men att den förbättrades med tiden. Dock bröts denna positiva utveckling och effektiviteten sjönk efter en tid (ca 5 år), vilket var relaterad till en minskning av den externa kommunikationen⁹.

En slutsats är att både den interna och externa kommunikationen är viktigt för ett väl fungerande team.

Disciplinerad problemlösning

Denna forskningslinje har framsprungit ur studier av produktutveckling i Japan under mitten av 80-talet. Redogörelsen i kapitel 2 i detta arbete redovisar en del av denna forskning som finns beskriven i [Clark and Fujimoto 1990; Clark and Fujimoto 1991; Womack, Jones et al 1990]. Denna forskningslinje har varit en viktig utgångspunkt för forskningen som presenteras i denna rapport.

Den centrala tesen i denna linje är en balans mellan en stark projekt eller teamledare som styr med visioner om produkten och en relativt självständigt utvecklingsteam som har stora befogenheter.

Utgångspunkten för denna forskningslinje lades av ett antal fallstudier av [Imai, Ikujiro et al 1985], [Quinn 1985], [Takeuchi and Nonaka 1986].

Ett involverande av underleverantörer i utvecklingsarbetet och ett utvecklat nätverk av underleverantörer sågs som en viktig faktor för framgång.

En problemlösningstrategi i tvärfunktionella team bidrog till en effektiv produktutveckling. [Imai, Ikujiro et al 1985] Genom utnyttjande av tvärfunktionella team kunde man överlappa olika utvecklingsfaser. Detta var endast möjligt med en kontinuerlig kommunikation mellan medlemmarna i teamet, för koordinering och för att öka förståelsen av de olika aspekterna av utvecklingsarbetet.

En intressant observation gjordes av Nonaka [Nonaka 1990], att skapandet av redundant information bidrog till denna typ av problemlösning. Detta stämmer även

⁹ Se de erfarenheter som uttrycks av en systemutvecklingschef på Pharmacia Biotech (i kapitel 4), som talade om utvecklingen av "subkulturer" i grupper eller projekt som satt tillsammans under en längre tid.

med referenser i [Södersved 1991] om hur informationshantering sköts i Japanska företag.

Ett annat viktigt koncept, som behandlar balansen mellan den tunga projektledaren, eller produktframtagaren med en stor pondus och vikt i organisation och utvecklings-teamet [Womack, Jones et al 1990] är den om en produkts integritet [Clark and Fujimoto 1990]. En produkts integritet är det som säkrar att produkten i alla dess delar svarar upp till det produktkoncept som avses. Produktintegritet uppnås genom att produktkonceptet genomsyrar utvecklingsprojektet och alla dess delar.

Genom att styra med ett en klar vision av produkten genom den tunga produktframtagaren och med en ökad självständighet i utvecklingsteamerna, kan man uppnå vad man benämner en subtil kontroll [Imai, Ikujiro et al 1985]. Teamerna kan arbeta med stor frihet så länge de håller sig inom ramarna för den angivna produktvisionen.

Clark och Fujimoto [Clark and Fujimoto 1991] myntade begreppet integrerad problemlösning för att beskriva kommunikationen och problemlösningen som karakteriserade effektiva utvecklingsteam.

Ett annat viktigt begrepp, front end loading [Morton 1994], eller framladdning av projekt innebär att man på ett tidigt stadium lyfter fram alla konflikter. Detta innebär att man breddar ett projekt mycket tidigare och tar in faser som traditionellt kommer in senare i ett utvecklingsprojekt. Hayes och andra [Hayes, Wheelwright et al 1988] beskriver hur detta är en viktig faktor för framgångsrika projekt.

De flesta studier inom denna linje har gjort inom bilindustrin. Nyligen har även gjort en studie inom dataindustrin i USA, Europa och Asien. [Eisenhardt and Tabrizi 1995]. I denna studie jämför man olika faktorer som man grupperar till två olika modeller: kompressionsmodellen och erfarenhetsmodellen.

De förstnämnda kännetecknas främst av s k tunga produktframtagare, tvärfunktionella team, utnyttjande av CAD, överlappande faser. Den sistnämnda kännetecknades av ett antagande av produktutveckling är en aktivitet som kännetecknas av en stor osäkerhet och därmed stora svårigheter att planera i förväg. Ett sätt att hantera denna osäkerhet är att bygga på erfarenheter och improvisation genom frekventa iterationer, fler testtillfällen, kortare tid mellan s k milstenar i projekt och ett kraftfull ledarskap.

Denna forskning tar upp frågan om behovet av en situationsanpassad strategi för en effektiv produktframtagning. I en situation där produkten inte har så stora osäkerhetsmoment och man befinner sig i en mogen miljö där produkten ska användas, tycks enligt [Eisenhardt and Tabrizi 1995] kompressionsmodellen fungera väl. Den fungera inte lika bra i en situation där osäkerheten är större. Där tycks en mer erfarenhetsbaserad modell fungera effektivare. Dock finns det ännu för litet empiriskt belegg för detta antagande.

[Tushman 1979] har gjort ett antal studier om hur kommunikationsmönster skiljer sig mellan hög- och lågpresterande forsknings- och utvecklingsprojekt. Han fann att högpresterande projekt varierade sitt kommunikationsmönster beroende på de osäkerhet som fanns för projektet i fråga om produktkomplexitet, ömsesidiga beroenden mellan olika uppgifter, mognaden i teknik, m m.

De högpresterande projekten hade en hög kapacitet till att hantera information på ett varierat sätt beroende på de krav som ställdes. Han tog upp aspekter i den interna projektkommunikation, den interna företagskommunikation, extern kommunikation utanför företaget och hur de varierades för att matcha kraven på informationshanteringen i ett projekt. Han utvecklar en s k contingency modell för att matcha krav på informationsbehandling i ett projekt och användning av en viss informationskapacitet (internt i projekt, internt i företaget, externt utanför företaget). Denna forskning understödjer den hypotes som framförs i [Eisenhardt and Tabrizi 1995].

3.2 En integrerad modell

I [Brown and Eisenhardt 1995] finns ett försök att integrera de olika komplementära aspekterna i de olika forskningsinriktningarna. Syftet är att summera de olika resultaten publicerade i litteraturen och som en utgångspunkt för fortsatta studier. Syfte med att sammanfatta denna modell är att tillföra element till den referensmodell som utvecklas i denna rapport (kapitel 5).

Den empiriska studien av [Eisenhardt and Tabrizi 1995] inom datorindustrin är intressant i detta sammanhang såtillvida som den prövar en del av de resultat som kommit fram inom forskningen av produktutvecklingen inom bilindustrin, genom att undersöka produktutvecklingen inom dataindustrin.

Modellen är organiserad efter de olika aktörerna som påverkar olika aspekter i produktutvecklingen.

Aktör	Egenskap	Aspekt i produktutveckling
Projektteam	Sammansättning – tvärfunktionell – gatekeepers – varaktighet	Processprestanda
	Grupprocess – intern kommunikation – extern kommunikation	
	Arbetsorganisation – kompression – erfarenhet	
Projektledare	Befogenhet	Processprestanda
	Vision	
	Ledningsförmåga	
Ledning	Stöd – resurser och prioritering	Processprestanda
	Subtil kontroll	
Leverantörer	Deltagande i utveckling	Produkteffektivitet
Kunder	Deltagande i utveckling	Produkteffektivitet
Marknad	Stor och växande	Finansiell framgång
	Konkurrensutsatt	

Tabell 4 Översikt över den integrerade modellen.

Ett antal olika aktörer påverkar genom sina egenskaper olika aspekter i produktutvecklingen. Aktörerna är projektteam, projektledare, ledning, leverantörer, kunder och marknaden.

Dessa aktörer har ett antal egenskaper som bidrar till framgång i någon/eller några av aspekterna processprestanda, produkteffektivitet samt finansiell framgång. Med processprestanda avses tid och produktivitet i produktutvecklingen.

Med produkteffektivitet menas hur väl produkten stämmer överens med företagets kompetens och marknadens behov.

Med finansiell framgång menas intäkter, vinst och marknadsandelar.

4 Några praktikfall i Sverige – en intervjustudie

Detta avsnitt bygger på en intervjustudie som gjordes våren-sommaren 1994 inom projektet Effektiv IT. Hela resultatet av intervjustudien finns redovisad i [Öhlund 1994b].

Som ett led i att få en djupare förståelse för vad som är viktiga faktorer för en framgångsrik produktutveckling gjordes intervjuer med företrädare för fyra olika företag som på olika sätt arbetat med att förbättra sina processer för produktutveckling och produktion. Intervjuer har spelats in på band, skrivits ut och sammanfattats. Sammanfattningarna har faktagranskats av de intervjuade före publicering.

4.1 Intervjumetod och intervjumall

Intervjuerna genomfördes som halvstrukturerade djupintervjuer. Intervjuerna pågick mellan 1-2 timmar beroende på intervjutillfälle. För strukturering av intervjuerna användes en intervjumall.

Intervjumallen som fokuserade på olika dimensioner i en ny strategi för produktframtagning som inspirerats av Carter [Carter and Baker 1991], (se även [Öhlund 1994b]). Istället för infrastruktur för kommunikation fokuseras på *metoder och datorstöd*.

Dessa dimensioner är *organisation, kravhantering, utvecklingsprocess* och *metoder och datorstöd*.

Med *Organisation* menas allt som har att göra med ansvarsfrågor, befogenheter, projektorganisation, projektledares roll, yrkesroller, arbetsgrupper, kompetens, m m.

Med *Kravhantering* menas allt som har att göra med hur man inom projekt arbetar med kravspecifisering, allt från tidiga idéer, forskningsresultat till en färdig kravspecifikation.

Med *Utvecklingsprocess* menas sådana saker som hur man organiserat utvecklingsprocessen och dess olika faser, graden av parallellitet, integrering av olika faser, utvecklingsmodeller och relationen till projekt, processbeskrivningar, processmätningar, m m.

Med *Metoder och Datorstöd* menas användning av metoder för t ex störningsanalys, kravhantering, konstruktionsmetoder. Datorstöd avser stöd för projekthantering, utvecklingsprocessen, produktdatahantering, stöd för samverkan i arbetet, utvecklingsverktyg, integrering av utvecklingsmiljö etc.

Denna struktur för viktiga ingredienser i en s k Concurrent Engineering-miljö har varit vägledande i intervjuerna och för sammanställning och presentation av materialet.

4.2 Val av projekt och företag

Ett kriterium för val av projekt/organisationer har varit framgångsrika projekt/organisationer i att korta ledtider och/eller höja kvaliteten i produktframtagningen, genom att tillämpa eller vara inspirerade av Concurrent Engineering. I andra fall har det varit införande av liknande arbetssätt som dock inte gått under beteckningen Concurrent Engineering.

Det förstnämnda gäller speciellt ett projekt vid Ericsson Radio, det s k Japanprojektet som är omtalat inom Ericsson som ett projekt som öppet gått ut med att man tillämpat Concurrent Engineering. Storleken på detta projekt gör det speciellt intressant, med ca 500 utvecklingsingenjörer och 1 miljon mantimmar i arbetsinsats¹⁰ under 18 månader.

¹⁰ Denna typ av projekt är nästan i storleksordningen av att ta fram en ny bilmodell vilket ger en intressant bild av företaget Ericsson som har förmåga att samtidigt driva ett antal mycket stora utvecklingsprojekt. Här finns det klart mycket att hämta av erfarenheter för andra företag i Sverige.

Dessutom innehåller det en mycket stor del som är programvaruutveckling. Hittills har det varit få projekt som tillämpar Concurrent Engineering inom systemutveckling. Detta projekt är sannolikt det största programvaruprojekt där man tillämpat Concurrent Engineering i Sverige.

Ett annat företag där en intervju har gjorts är Siemens Elema, närmare bestämt med en projektledare på divisionen Pacemaker. Storleken av utvecklingsprojektet är ca 20-40 personer, varav en stor del utgörs av programvaruutveckling. Även här har man tillämpat idéer från Concurrent Engineering vilket visar att CE även är tillämpligt i relativt sett mindre utvecklingsprojekt. En typiskt utvecklingstid är minst 1 år.

Det tredje företaget där det gjorts en intervju är hos Pharmacia Biotech. Intresset för att träffa dem väcktes av deras uttalade arbetssätt med tvärfunktionella grupper. De har även satsat på ledtidförkortningar i sitt utvecklingsarbete. Chefen för programvaruutveckling vid framtagning av biotekniska instrument intervjuades.

Inom programvaruutvecklingen utnyttjade man flitigt prototypframtagning. Här är storleken på utvecklingsprojekten ungefär desamma som vid Siemens Elema Pacemaker. Utvecklingstiden är omkring 2 år för ett större projekt.

Det fjärde företaget och projektet som var intressant var ett företag i byggbranschen, Siab och ett pilotprojekt vid Hästsportens hus kallat störningsfri produktion. Här är det långt ifrån systemutveckling, men likheterna i arbetssätt med begreppet Concurrent Engineering var uppenbara. Projektet hade fördelen att vara väl strukturerat och metodinriktat.

De erfarenheter som gjorts och den metod man utvecklat vid Siab avseende störningsfri produktion kan mycket väl tillämpas på integrerad systemutveckling, med betoning på att eliminera störningar och fel i produktframtagning och produktions-processen.

Sammantaget innehåller de fyra fallbeskrivningarna många intressanta erfarenheter. Nedan sammanfattas de viktigaste dragen i en effektiv produktframtagning som de framkommit i de fyra fallbeskrivningarna.

4.3 Intervjuade

De intervjuade och deras företag:

Kjell Holmberg var vid intervjutillfället chef för programvaruutveckling vid forskningsavdelningen på Pharmacia Biotech.

Mats Köhlmark arbetar på Ericsson Radio AB, strax efter intervjun som sektorchef på RMOA (Mobiltelefon i Amerika). Tidigare har han arbetat som projektledare inom GSM-projekt och det aktuella projektet, det s k Japanprojektet.

Anders Fredricsson arbetade inom division Pacemaker som projektledare inom produktutveckling.

Tommie Eriksson, Siab, Stockholmsregionen, arbetade inom staben kring kvalitetsfrågor för att samordna resurspersoner och med att få igång ett arbete inom de olika avdelningarna.

4.4 Viktiga faktorer vid produktutveckling – sammanfattning av intervjustudierna

I följande avsnitt summeras de viktigaste faktorerna för en effektiv produktutveckling som framkommit intervjuerna. Avsnittet avslutas med en diskussion om parallellen till tidigare forskning.

Organisation – projektorganisation

Balans mellan linje och projekt

Något som var genomgående i intervjuerna var att man i flera fall starkt projektledarens status. Det fanns en alternativ karriärväg som projektledare. Projektledarens roll varierade från en administrativ tjänst där linjen tog alla designbeslut, till att i varierande utsträckning inom projektets ramar kunna ta egna designbeslut i projektet.

I flera av fallen rapporteras betydelsen av en tät kontakt med en projektstyrgrupp, från veckomöten till möten varannan vecka. Dessa möten sågs som ett stöd för projektledaren att snabbt kunna få hjälp och snabbt få beslut fattade för att korta ledtiderna.

Förutsättningarna för ett bra projektarbete är ett gott samarbete mellan linje och projekt, där linjen ses som ett serviceorgan till projekten, ett serviceorgan som tillhandahåller kompetens, resurser och arbetsmetodik.

Delegering av befogenheter och klargjord ansvarsfördelning

En annan viktig faktor för att korta ledtiderna var förmågan hos chefer att delegera beslut och befogenheter till linjens representanter i projekten. Det är viktigt att göra projektet beslutsförmågt inom givna ramar, och samtidigt skapa beslutsföra som snabbt kan ta beslut om projektet inte ensamt kan ta beslut eller inte ska det. Detta organiseras på lite olika sätt i de olika fallen.

Men ett genomgående tema är den betydelse som projektstyrgruppen (en grupp bestående av linjechefer och ibland VD) har. Projektledarens roll är viktig och utbildning av dessa likaså, men finns inget stöd i organisationen blir projektledarens uppgift omöjlig.

Involvera alla yrkesgrupper tidigt

Ett annat genomgående tema är olika slag av s k tvärfunktionella arbetsgrupper i olika faser av projektet. Kunskapsutbytet mellan olika yrkesgrupper och mellan olika utvecklingsfaser betonas ständigt. Detta är den metod för kunskapsutbyte som man använder för att ta hänsyn till alla skeden i en produkts livscykel. I ett av fallen (Störningsfri produktion vid Siab) har man använt en mer systematisk metod som FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – feleffektsanalys) och processnedbrytning.

Att notera i detta fall är att dessa har en stor roll som instrument för samverkan och kunskapsutbyte vilket bekräftar forskning som gjorts vid KTH om användning av stödmetoder [Norell 1992]. Vad gäller den processnedbrytning som gjorts vid Siab kan den återanvändas för störningsanalys i andra byggprojekt.

I en del fall har man sett till att byta personal mellan sig, eller ta en projektledare från t ex produktion, eller flyttat över ansvar som tidigare var produktionens ansvar till designavdelningen. Detta har gjorts för att överbrygga de funktionella och yrkesmässiga gränserna. En sak som återkommer i tre fall (Ericsson, Pharmacia Biotech och Siemens) är integreringen av provning och design. Man låter programmerarna testa sin egen kod och bygger testverktyg som kan utnyttjas av fler yrkeskategorier. Man vill att konstruktörerna ska ta ett större ansvar för helheten genom detta.

På Pharmacia Biotech har man medvetet använt samma personer för att göra förarbetena och sedan framtagande av kravspecifikationen, det man kallar den kreativa fasen, och de som sedan gör implementeringen. På detta sätt kommer man undan en hel del problem vid överlämnanden mellan olika faser. Man utnyttjar de olika kompetenserna som finns i gruppen i de olika skedena. Detta kräver en stor applikationskunskap och en bredare kompetens hos de som deltar i projektet. På detta sätt får man även en ökad motivation i projektet genom att man tar ansvar för slutresultatet. De moduler som är väl avgränsade och väl förstådda lägger man ut till ett fastprisåtagande hos en underleverantör.

Rekrytering av rätt kompetens till projekt

Vid Ericsson Radio rekryterade man genom att frigöra personal för utveckling genom att omfördela utvecklingsansvar för en redan framtagen produkt till andra designcentra. På så sätt kunde man frigöra personal och hela organisatoriska enheter med erfarenheter från tidigare projekt. Detta pekar på vikten av att återanvända kunskap.

Kravhantering

Bra förarbeten kortar ledtider och höjer kvaliteten

I intervjuerna betonas vikten av att göra ett bra förarbete för att korta ledtiderna. Kravhanteringen i de tidiga faserna är svår och ofta av mindre bra kvalitet. Man

betonar att det i ett tidskritiskt projekt blir än mer viktigt att skilja på forskning och utveckling. Man varnar för att börja utvecklingsprojekt på lösa idéer. Istället strävar man efter att bygga upp en forskningsbank av väl prövade idéer eller byggblock för framtiden.

I alla fall betonar man det nära samarbetet med kunden eller liknande slag av representanter för kunden som oerhört viktigt.

Prototypframtagning ett viktigt verktyg för en bra kravspecifikation

Prototypframtagning sågs som viktiga verktyg för att ta fram en bra kravspecifikation, speciellt för att kunna förstå hur en produkt kommer att fungera, dess användnings-situation etc. Prototyper tas även fram för att testa realiserbarhet och producerbarhet.

Även vikten av att ligga på rätt nivå betonades vid skrivandet av kravspecifikationen. Det handlar om att lägga fast ramarna av tillräcklig kvalitet, att inte optimera designen mot absolut kvalitet. Det var även viktigt att inte lämna saker till ett senare skede, saker man kunde bestämma på ett tidigt stadium. Att arbeta med ramar och med tillräcklig kvalitet bidrar även till en ökad möjlighet att arbeta parallellt.

I Siab-fallet tog man hänsyn till ett visst mått av flexibilitet att under byggets gång kunna göra ändringar. Det var svårt för kunden att få klart för sig hur resultatet skulle bli före ett visst skede. Genom tät dialog med kunden under byggprocessen, kunde man uppnå en större flexibilitet. Kunden fick bättre förståelse för när det är möjligt att komma med ändringar. Denna flexibilitet tycktes vara svår att uppnå i de andra fallen, när väl kravspecifikationen var gjord.

Utvecklingsprocess

Samlokalisering respektive geografiskt utspridd

Vid Pharmacia Biotech betonade man att den geografiska närheten hade stor betydelse för kommunikationen i projekt. Därför strävade man efter en samlokalisering av de olika funktionerna och yrkesgrupperna i projekt.

I en del fall behöll man den geografiska lokaliseringen och ordnade istället ett s k *war room*, eller projektrum. Där fanns all dokumentation för projektet och det blev en naturlig samlingspunkt för projektet. Man ville på detta sätt undvika att det bildades s k subkulturer i projekt som pågår en längre tid isolerat från resten av organisationen. Detta kan på sikt göra en samsyn och enhetlighet i arbetet svårare.

Vid Ericsson Radio förelåg det en hel del geografisk spridning av utvecklingen. Även här hade man ett projektrum, där man hade utrustning för videokonferens med t ex Japan. Detta sätt att kommunicera i projektet har man goda erfarenheter av.

Tidig integrering av produktion

Genomgående tema i fallbeskrivningarna är antingen behovet av att tidigt integrera kunskap och erfarenheter från produktionen (Siab), eller hur man bättre än tidigare integrerat produktionen med konstruktionen (Ericsson Radio). En av orsakerna till att man förändrade sitt arbetssätt på Siemens Elema var att det ofta uppstod fel i produktionen på grund av fel i konstruktionen.

I det s k Japanprojektet vid Ericsson Radio fick produktionen en mycket större uppmärksamhet därför att kundens japanska chefer besökte olika produktionsanläggningar oftare än många interna chefer på Ericsson gjort. Man införde också produktionsstopp efter Japansk modell. Intressant är att man inom det s k Japanprojektet såg över hela kedjan från beställning till leverans och då speciellt packningen där man upptäckte fel¹¹.

På Pharmacia har man tittat på metoder som DFA (Design for Assembly) men inte sett dem som generellt tillämpbara i deras fall (de har inte så stora serier, vilket kan vara en

¹¹ Man har erfarenheten att det ofta är i de s k hög- och lågteknologiska ändarna som det ofta kan uppstå problem.

förklaring). Däremot såg de ett stort behov att konstruera med tanke på att minska service- och marknadskostnader (Design for Service and Selling).

Korta ej design – höj produktkvaliteten

Genomgående betonade man att man inte skulle korta tiden för design, utan att istället satsa på en högre produktkvalitet. Vid en viss given teknisk nivå och nivå av utvecklingsverktyg, har man en viss ledtid för utveckling. Om man kortar tiden för design riskerar man att försämma produktkvaliteten, och dess producerbarhet och servicekostnader, och i slutändan hamna på högre livscykelkostnader. Ledtidsbesparingar kan man framförallt göra i början av projekt och i slutet vid t ex produktionsuppstart.

Parallellisering av olika utvecklingsmoment

Vid Siemens Elema finns ett utmärkt exempel på hur man genom att ta vissa risker och arbeta med marginaler kan åstadkomma en mer parallell design. Detta underlättas även av ett byggsätt som är baserad på avgränsade byggblock.

I Japanprojektet har man parallelliserat provning och design, genom att styra designaktiviteterna efter provningen och på så sätt integrera provning och design. Genom detta har man faktiskt fått en längre designperiod.

Rent allmänt har man parallelliserat alla faser mer eller mindre genom att arbeta med preliminär information till produktion, och andra efterföljande faser. De senare faserna har även deltagit med synpunkter, fått fortlöpande information som de kunnat ge respons på, vilket aktiverat dem och gjort det möjligt för dem att förbereda sig bättre.

Fokusera på kundens mål

I det s k Japanprojektet har man väldigt tydligt fokuserat på kundens mål: att ha intäkter vid en viss tidpunkt. Detta har bidragit till ett fokus på för kunden relaterade processer, som utveckling av ett administrativt system kopplat till mobiltelefoni-systemet. Genom att fokusera på slutmålet har man även fokuserat på hela kedjan, och börjat bakifrån från hur kunden ser produkten och därefter se hur man kan uppnå det.

Målstyrning

Vikten av en målstyrning från företagets sida är väl utvecklad på Siemens Elema. Detta bidrar till att projekt oftare får ett framgångsrikt genomförande då de är väl motiverade och det är mindre chans att man därför ändrar sig och plötsligt ändrar prioriteringar. Man har även målstyrning vad gäller, tid, kostnad och specifikationer. En målorienterad styrning innebär att man i högre grad tänker baklänges och problemorienterat: hur ska vi uppnå detta mål?

En traditionell metod skulle vara att tänka framlänges, vilket i ett tidspressat länge skulle leda till ett konstaterande att det var omöjligt att genomföra. Målstyrningen understödjer en målorienterad problemlösning [Nadler and Hibino 1990].

Metoder och datorstöd

Allmänt sett kan konstateras att metoder och datorstöd inte sågs som primära arbetsområden. Man hade fokuserat mycket på arbetssätt som ett första steg. Man såg däremot att datorstöd och metoder är viktiga för att förstärka och konsolidera de framsteg man gjort i arbetssätt.

Processbeskrivningar och störningsanalys

Vid Siab har man utnyttjat s k processbeskrivningar för att dela in byggprocessen i olika delmoment. Dessa processbeskrivningar utgjorde utgångspunkt för störningsanalysen med preventiva åtgärder, kostnader, sannolikhet för uppkomst, etc, en s k feleffektsanalys (FMEA). Pilotprojektet vid Siab är ett exempel på användande av en väl strukturerad metod.

Komponenter

Vid tidskritiska projekt är det viktigt att utnyttja befintlig teknologi och det man redan gjort tidigare så mycket som möjligt. Få exempel finns på en väl utvecklad strategi för återanvändning. Det görs utifrån de krav som projekten ställer. I exemplet Ericsson Radio finns en hög grad av återanvändning, dels av AXE-systemet som är väl upp-

byggt för återanvändning, fortfarande ända upp till ca 60%, men även av strukturer från tidigare digitala projekt som GSM och D-AMPS. Insikten att det är nödvändigt att återanvända kan inte påtvingas konstruktörerna utan måste komma från behoven inifrån projekten.

Ett sätt som nämns i fallbeskrivningarna är skapandet av en forskningsbank av väl underbyggda idéer omfattande hela produkter eller byggblock som kan ingå i ett flertal produkter. Investeringar görs även i centrala byggblock som kan återanvändas i fler produkter. Ett sätt att se på återanvändning är alltså som en investering i byggelement.

Intressant är att man inom byggnadsindustrin knappast alls använder färdiga standardprodukter, men väl kan beställa skräddarsydda komponenter av underleverantörer t ex ett antal fönster, enbart genom att ange ett antal parametrar. Produktionen av fönster är så flexibel att man lätt kan ställa om produktionen efter dessa parametrar.

Prototypverktyg

Prototypverktyg används flitigt i de olika projekten för olika syften som att förbättra kravspecifikation, testa producerbarhet och användbarhet.

Produktdatahantering

Genomgående verkar produktionen ha kommit mycket längre i automatiseringen av produktdata jämfört med utvecklingssidan, som ofta har manuella rutiner för t ex kravspårbarhet. Man uttryckte behov att skaffa sig en högre grad av automatisering av produktdatahanteringen även på utvecklingssidan.

Loggbok

Vid Siemens Elema uttryckte man önskemål om ett verktyg som skulle kunna fungera som en loggbok under projektets gång över olika händelser och designbeslut, händelser som inte var planerade.

4.5 Diskussion

I denna intervjustudie finns det ett antal begränsningar. En är urvalet, vars kriterier främst har varit att finna intressanta och framgångsrika projekt som tillämpat någon komponent av Concurrent Engineering. Den intervjumall som valdes var också inspirerad från litteraturen om Concurrent Engineering. Detta gör att intervjuerna inte är förutsättningslösa och tolkningen av dem görs också genom ett filter från intervjumallen. Frågan som ställdes till dem var inte av karaktären: "ange vilka faktorer som spelade en avgörande roll för ett lyckat utvecklingsprojekt".

Ett exempel på en fråga var: "Vilka befogenheter har projektledaren att fatta beslut om produkten" eller "Hur ser balansen ut mellan projekt och linje" etc. Eftersom intervjun var halvstrukturerad fanns det utrymme för de intervjuade att utveckla och beröra andra områden som de tyckte var relevanta och samtidigt var frågorna så allmänt hållna att det gav utrymme för de intervjuade att svara på många sätt. Dessutom faktagranskades intervjuerna av de intervjuade vilket gav en hel del noggranna och precisa ändringsförslag samt korrigeringar.

De var alla exempel på lyckade projekt, och de som intervjuades var alla starkt engagerade i dessa projekt som projektledare eller som chef. Detta gör att deras beskrivning är partisk och subjektiv. Andra i organisationen har inte intervjuats om organisationen. Till detta fanns varken tid resurser eller access.

Man kan säga att de utgör exempel på hur erfarna och framgångsrika projektledare ser på hur man bäst bör organisera utvecklingsprojekt. Ur denna synvinkel kan det vara intressant att jämföra den bild de ger över viktiga faktorer för ett framgångsrikt utvecklingsprojekt och den bild som den empiriska forskningen ger.

5 En referensmodell för viktiga faktorer för framgång i produktutveckling

Denna referensmodell är ett försök att sammanställa ett antal viktiga faktorer som kännetecknar en effektiv produktutveckling med fokus på kortare ledtider och framtagning av produkter av god kvalitet för kund. Referensmodellen är baserad på forskning, teorier och metoder för produktutveckling, samt på intervjuer med några framgångsrika projektledare. Dessa utgångspunkter har redovisats i de föregående kapitlen 2, 3 och 4.

Syftet med modellen är att vara en referens vid utvärdering och mätning av en organisations arbetssätt. Den syftar inte till att mäta den faktiska effektiviteten, utan är utgångspunkt för en dialog om utvecklingsverksamheten.

Icke desto mindre är det av vikt att modellen har ett högt trovärde för att verkligen fungera som en referensmodell. En noggrant i teori och forskning förankrad modell ökar även sannolikheten att ett högt värde i en mätning med mätinstrumentet har validitet i förhållande till en effektiv produktframtagande organisation. En framtida validering av mätinstrument kommer att ytterligare öka användningen av mätinstrumentets nytta genom att både uppvisa en hög reliabilitet och validitet.¹²

5.1 Referensmodellens uppbyggnad

Referensmodellen har följande struktur

Mätområde

Perspektiv

Dimension

Element

För varje mätområde finns ett frågeformulär. Med mätområde avses här ett avgränsat område som är intressant att mäta.

Mätområdet arbetssätt är ett exempel på ett område som innehåller de olika sätt som utvecklingsarbetet utförs på med avseende på t ex metoder, organisation och kommunikation. Till varje mätområde finns ett mätinstrument. Ett mätområdes olika perspektiv beskriver de teman som valts som undersökningsobjekt. Dessa teman syftar enbart till att gruppera de olika dimensioner som mäts i utvecklingsarbetet.

Dimension är definierad som en samling kännetecken som tillsammans beskriver ett fenomen i verkligheten som *antas* positivt korrelerat till effektivitet i utvecklingsarbetet.

Med effektivitet menas i detta sammanhang att utveckla produkter eller tjänster till rätt kvalitet (för kund, marknad), till lägsta möjliga kostnad (material, utvecklings- och produktionskostnader), på kortaste tid till marknad (i förhållande till konkurrenter på marknad av motsvarande produkter eller tjänster). Fenomenet *antas* kunna existera i varierande grad från inte alls till i hög grad.

En dimension består av ett eller flera (företrädesvis) *Element*. Elementen operationaliserar dimensionerna genom att varje Element motsvaras av ett påstående som tillsammans med de andra elementen definierar dimensionen. Elementen är i detta fall olika påståenden som kan stämma i varierande grad från inte alls till i hög grad.

¹² Ett sätt att värdera validiteten på mätinstrumentet är att jämföra mätresultat med några kriterier (s k criteria validation) på en framgångsrik produktmottagare efter en utvärderingsmall för en framgångsrik produktframtagare avseende teknisk-, marknadsmässig och kommersiell framgång, som tillämpas på de mätta företagen. Validering av mätinstrumentet faller utanför ramen för detta arbete. Dock är det möjligt att värdera modellens validitet utifrån de utgångspunkter och referenser som modellen baseras på. När det gäller mätområdena innovativt klimat och organisationskultur så är dessa instrument redan validerade.

Ovanstående antagande om en positiv korrelation till effektivitet har inte prövats i denna avhandling. Det planeras att prövas i ett kommande forskningsarbetet, där det ingår att validera referensmodellen gentemot företag som enligt andra kriterier anses vara effektiva i sitt utvecklingsarbete.

Referensmodellens mätområden

Referensmodellen består av tre olika mätområden:

- arbetssätt,
- innovativt klimat,
- organisationsvärderingar.

Ett exempel på hur ett mätområde är strukturerat ges av mätområdet arbetssätt.

Ett arbetssätt beskriver det sätt som utvecklingsarbetet bedrivs på ur tre perspektiv: *Kommunikation, Produkt, samt Process och organisation.*

Perspektivet **kommunikation** handlar om hur kommunikationen av information och kunskap sker inom ett utvecklingsarbetet.

Perspektivet **produkt** handlar om hur utvecklingsverksamheten beaktar olika aspekter i utvecklingen av en produkt som användbarhet, livscykelperspektiv, marknads- och kundfokus, produktarkitektur samt kravhantering.

Perspektivet **process och organisation** handlar om hur utvecklingsarbetet organiseras med avseende på projektbefogenhet, processutveckling och partnerskap mellan aktörer i och utanför utvecklingsverksamheten.

Inom varje perspektiv finns definierat ett antal dimensioner i utvecklingsarbetet som mätinstrumentet avser att mäta. Dessa egenskaper mäts med hjälp av ett antal påståenden (Element).

Perspektivet kommunikation har t ex dimensionerna:

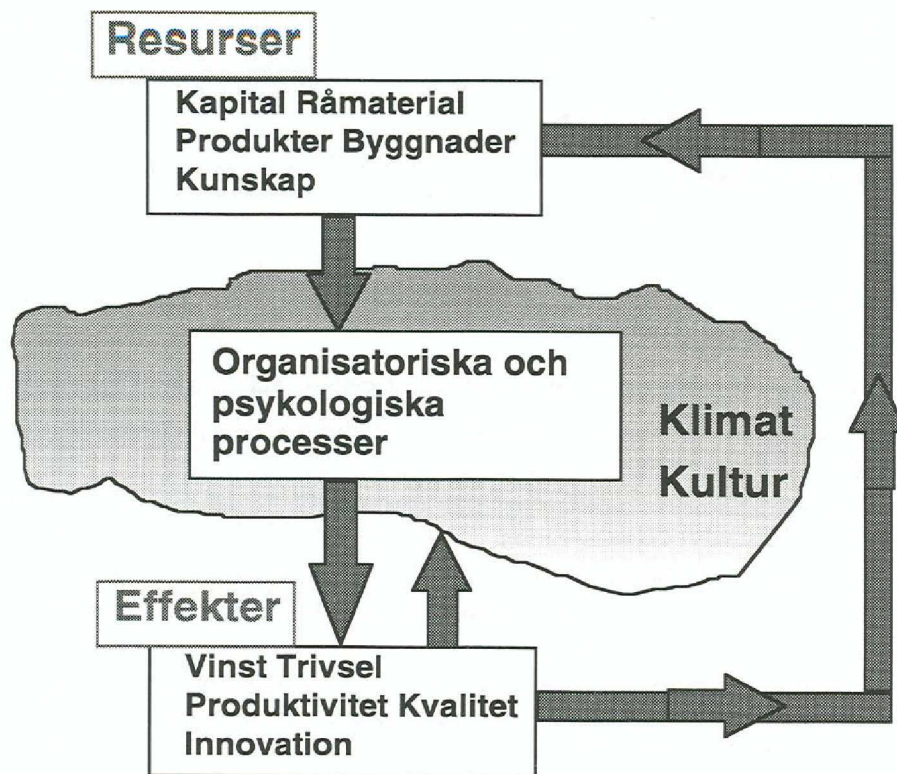
- integrerad problemlösning,
- effektiv intern kommunikation,
- utvecklad extern kommunikation,
- tvärfunktionellt teamfokus.

För mätområdena innovativt klimat och organisationsvärderingar finns inga perspektiv angivna. Dessa delar av referensmodellen är helt och hållet hämtade (och är helt oförändrade) från Göran Ekvalls forskning och kommer enbart att kortfattat redovisas i denna rapport.

5.2 Samband mellan de olika mätområdena

Det mätområde som utvecklats i denna rapport är arbetssättet. De andra mätområdena har sitt ursprung i forskning som gjorts av Göran Ekvall om innovationsklimat och organisationskultur. Dessa mätområden har integrerats med det egenutvecklade därför att det innovativa klimatet och organisationskulturen har en stor betydelse för resultatet av en viss process, speciellt produktutvecklingsprocesser.

Ekvall har utvecklat en modell för att beskriva sambandet mellan klimat och kultur och process som illustreras nedan.



Figur 4 Klimat och kultur som en mellanliggande variabler som påverkar resultatet av en process.

Med organisationsklimat menas i detta sammanhang, "beteenden, attityder och känslöstämningar som karakteriserar livet i organisationen". Det är ett socialpsykologiskt fenomen av s k ytkaraktär. Normer och värderingar och trosuppfattningar i organisationen ses som en djupare dimension som påverkar klimatet. Denna dimension brukar ofta hänföras till begreppet organisationskultur.

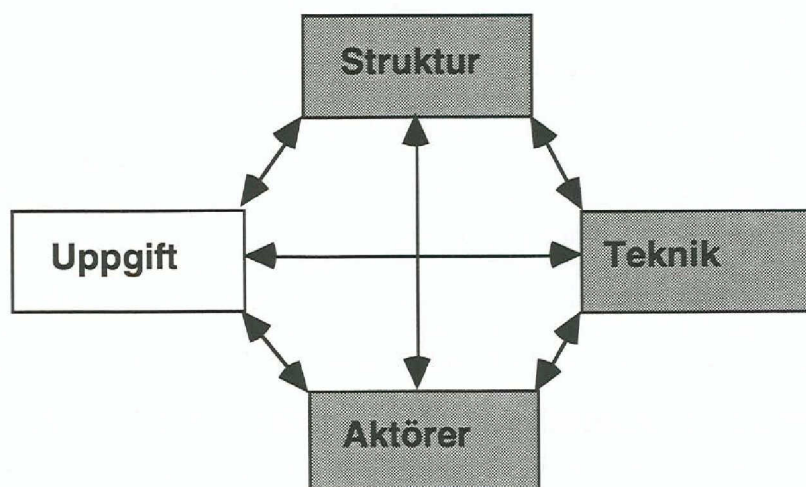
Klimatet i en organisation påverkar resultatet av de organisatoriska och psykologiska processerna i organisationen genom att påverka t ex samarbetet mellan individer och organisationsenheter, problemlösning, beslutsfattande och planering.

Arbetsorganisation, personalpolitik, beslutssystem, ledarskap m m, påverkar uppkomsten av ett visst organisatoriskt klimat.

I litteraturen nämns ofta även frågan om behovet av att göra förändringar i kulturen för att åstadkomma ett förändrat arbetssätt. Det är därför viktigt att i mätinstrumentet inkludera även dessa delar för att få en bättre helhetssyn på utvecklingsarbetet. Detta innebär naturligtvis inte att alla aspekter täcks som t ex ledarskap, kompetensutveckling, m m.

Men det är nödvändigt att göra en avgränsning. Det finns andra mätinstrument för att värdera dessa aspekter i en organisation. Det fokus som valts i denna rapport är att studera och beskriva faktorer som mer specifikt påverkar förmåga avseende produktutveckling, inte en organisations förmåga i allmänhet att fullgöra sina uppgifter.

En annan inspirationskälla som funnits har varit Leavitts modell [Leavitt 1965] för att klassificera olika angreppssätt att förändra en organisation:



Figur 5 Leavitts klassificering av angreppssätt för förändring. [Leavitt 1965]

Uppgift syftar på det industriella företags skäl för sin existens: produktion av varor och tjänster vilket omfattar en stor mängd olika men operativt betydelsefulla deluppgifter som kan finnas i komplexa organisationer.

Aktörer syftar huvudsakligen på människor, med det tillägget att handlingar som utförs av människor vid något tillfälle eller någon plats inte uteslutande behöver röra sig på det mänskliga planet.

Teknik syftar på direkt problemlösande uppfinningar som arbetsstudiemetoder, eller datorer, programvara, m m.

Struktur avser system för kommunikation, ansvar och befogenhetssystem (eller andra roller) och system för arbetsflödet.

Modellen säger att om man vill åstadkomma en förändring i lösandet av företagets föregivna uppgift kan man påverka organisationens struktur, teknik eller dess aktörer. Men varje ingrepp i någon av faktorerna påverkar de övriga. Organisationen fungerar som en helhet.

Leavitt använde denna modell för att klassificera olika angreppssätt i att åstadkomma förändringar. Ett typiskt *strukturellt* angreppssätt är ett som lagt tyngdpunkten vid organisatoriska förändring t ex decentralisering.

Angreppssätt som fokuserar på *teknik* för att åstadkomma en förändring har ett typiskt exempel i Scientific Management enligt Taylor. Där den huvudsakliga inriktningen var att nå kontroll över arbetsprocessen genom att analysera och mäta den i detalj. Business Process Reengineering har en *teknisk* utgångspunkt. Det handlar om att åstadkomma en effekt genom en radikal förändring av affärsprocesserna med hjälp av informationsteknologi.

Ett exempel på ett *aktörsperspektiv* är den sk Human Relation skolan med t ex sensitivitetsträning av personal för att genom en förändring av aktörerna, åstadkomma ett resultat.

Man kan säga att mätområdet innovativt klimat och organisationskultur i mycket handlar om att ändra sättet som aktörerna i organisationen förhåller sig till varandra. Mätområdet arbetssätt fokuserar både på teknik och struktur.

Genom att komplettera mätområdet arbetssätt med mätområdena innovativt klimat och organisationskultur kan företaget genom en mätning av dessa områden inte bara få en heltäckande bild av organisationens situation när det gäller utvecklingsarbetet. Mätområdet innovativt klimat är dessutom validerat med avseende på förmåga att ta

fram innovativa, marknadsledande och vinstgivande produkter, vilket gör kopplingen mycket stark till arbets sättet.

Organisationskulturen är också en viktig faktor. Det är uppenbart att det är svårt att bedriva ett utvecklingsarbete där utveckling av nya produkter och tjänster inte värderas speciellt högt och där man inte värderar kompetens utan mest formella strukturer och uppgifter. En kortfattad beskrivning av dessa mätområden kommer längre fram i detta kapitel. Syftet var här bara att relatera de olika mätområdena till varandra.

Sammanfattningsvis är relationen dem emellan av två slag, dels att klimat och kultur påverkar resultatet av arbetsprocesserna (arbets sättet som en ramfaktor för dessa), dels att genom att även mäta klimat och kultur skapas en större helhetsbild för en förändring av organisationen på flera områden samtidigt och en bättre förståelse för den ömsesidiga påverkan som finns mellan förändringar inom olika mätområden.

5.3 Angreppssätt vid konstruktion av referensmodellen för arbets sätt

Vid konstruktionen av modellen har man utgått från följande källor:

- empirisk forskning om framgångsfaktorer,
- intervjustudie av några framgångsrika projektledare i svenska företag,
- antaganden som görs av praktiker som dock ej är empiriskt belagt, s k beprövad praxis, som finns beskriven i litteratur,
- normativa antaganden inom forskning om god designpraktik, men ej heller empiriskt belagt.

Orsaken till detta angreppssätt är att komplexiteten över de faktorer som kan påverka effektiviteten i produktutvecklingen från behov till genererande av intäkter är mycket stor. En modell blir med nödvändighet alltid en avgränsning på ett visst antal faktorer. Faktorer som t ex kompetensens, motivationens eller ledarskapets, eller olika datorstöds eller andra hjälpmedels betydelse har inte tagits med. Dessa faktorer måste naturligtvis också beaktas för att få fram en helhetsbild.

Men för att pröva modellens validitet som ett utvärderingsinstrument av arbets sätt, klimat och kultur kan denna ansats anses vara tillräcklig. Syftet är inte att skapa en modell som beskriver alla framgångsfaktorer vid produktutveckling, samtliga belagda med empirisk forskning. Syftet är inte heller att ge bidrag till den empiriska forskningen om framgångsfaktorer vid produktutveckling, till detta är referensmodellen alldeles för allmänt hållen.

Syftet har istället varit att sammanfatta tidigare gjord forskning och god praktik i en modell som är användbar som ett instrument för att starta en förändringsprocess. Det ligger ett värde i sig att göra denna syntes även om den alltid kommer att vara ofullständig. Det gör det möjligt att samtidigt få grepp om ett antal väsentliga faktorer, utan att ägna lång tid av studier åt olika forskningsresultat.

Reliabilitets- och validitetsproblem återkommer i kommande kapitel 6.

5.4 Arbetssätt

I detta avsnitt beskrivs mätområdet arbetsätt. För varje dimension som beskrivs under ett perspektiv kommer en bakgrund och motivation att ges, ofta i form av referenser till forskning eller god praxis. Därefter görs en definition av dimensionen. Denna definition är sedan underlag för en formulering av de element som ska beskriva och mäta dimensionen. Elementen redovisas inte i denna rapport.

Översiktlig modell över mätområdet arbetsätt:

Kommunikationsperspektiv

- Integrerad problemlösning
- Effektiv intern kommunikation
- Utvecklad extern kommunikation
- Tvärfunktionellt teamfokus

Produktperspektiv

- Användbarhet
- Kravhantering
- Livscykelperspektiv
- Produktstruktur

Process- och organisationsperspektiv

- Processutveckling
- Projektbefogenhet
- Partnerskap

5.4.1 Kommunikationsperspektiv

Kommunikationsperspektivet omfattar olika nivåer av kommunikation. Den första dimensionen, integrerad problemlösning, beskriver kommunikationsmönster vid problemlösning, närmare bestämt hur information och aktiviteter koordineras för att lösa ett problem.

Vidare indelas kommunikationsperspektivet i intern och extern kommunikation. Med intern kommunikation menas i detta sammanhang den kommunikation som sker internt i team och projekt. Med extern kommunikation menas all extern kommunikation utanför utvecklingsprojektet till resten av företaget eller yttrevärlden utanför företaget.

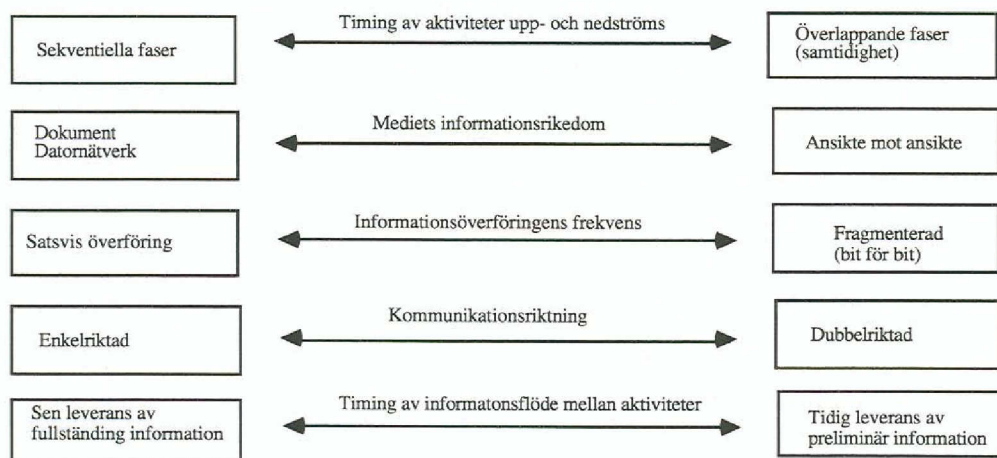
Slutligen finns en dimension, tvärfunktionellt teamfokus, som beskriver den tvärfunktionella kommunikationen i team.

Integrerad problemlösning

Denna dimension baserar sig på forskning [Clark and Fujimoto 1989; Clark and Fujimoto 1991] som använder begreppet integrerad problemlösning. De fokuserar på två aspekter, integration av *information* och *utvecklingsaktiviteter*, eller uttryckt på ett annat sätt hur kommunikationen av designinformation sker och hur koordinering av aktiviteter sker över hela utvecklingscykeln.

Ett bra sätt att illustrera dessa dimensioner är att kontrastera sekventiella aktiviteter som framdrivs av en begränsad kommunikation med ett parallellt integrerat arbetsätt. En figur från [Clark and Fujimoto 1991] kan illustrera detta.

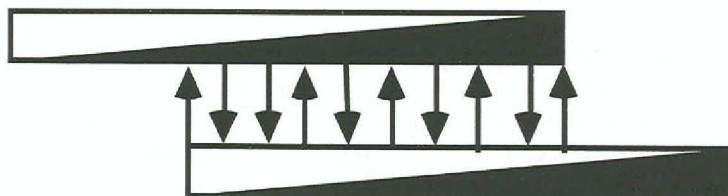
Dimensioner i Integrerad problemlösning



Figur 6 Dimensioner av integrerad problemlösning anpassad efter K. B. Clark, T. Fujimoto, Product Development Performance: Strategy, Organisation and Management in the World Auto Industry. (Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1991).

Denna figur beskriver en idealiserad bild av hur ett företag dramatiskt kan förkorta ledtider i sin utvecklingsprocess. Genom att förflytta sig från vänster till höger i de olika dimensionerna kan företaget åstadkomma detta.

Enligt [Clark and Fujimoto 1991] kan man inte uppnå en parallell koordinering av aktiviteter utan en intensiv kommunikation, ett intensivt kunskapsutbyte, vilket kan illustreras av nedanstående figur.



Figur 7 Parallell utveckling med intensiv kommunikation med successiv kunskapsuppbyggnad (det svarta fältet).

Den integrerade problemlösningen kan sammanfattas i följande termer:

- bitvis överlämnande av information,
- hantering av preliminär information,
- hög samtidighet i koordinering av aktiviteter,
- tidig feedback på information,
- utnyttjande av informationsrika media – som t ex nära informella kontakter.

Dessa principer ligger nära Just In Time (JIT)- principer för utbyte av designinformation. Detta sätt att hantera designinformation har empiriskt studerats av [Middleton 1994] som undersökte effekterna av dess användning på programmerare.

Kortfattat kan man sammanfatta JIT med att man strävar efter att efterkommande led ska skaffa sig den information som behövs successivt. Istället för, som i en traditionell utvecklingsprocess, att man *skjuter* informationen framåt och överlämnar till nästa fas, så syftar JIT till att *dra* fram informationen i processen från slutet steg för steg. Ursprungligen syftade JIT till att minska lagerhållningen och för att snabbare upptäcka kvalitetsbrister.

Istället för att upptäcka att en lång serie är felaktig, till exempel vid montering, identifieras brister tidigare och kontextuellt närmare dess uppkomst. Tid till upptäckt av fel minskar. Detta leder också till att det är lättare att identifiera var felet skapades. Att *minska lagerhållningen av designinformation* innebär också att man kan minska väntetiderna och få en snabb feedback.

Definition: Integrerad problemlösning

Integrerad problemlösning kännetecknas av en integration av *information* och *utvecklingsaktiviteter*:

- bitvis överlämnande av information
- hantering av preliminär information
- hög samtidighet i koordinering av aktiviteter
- tidig feedback på information
- utnyttjande av informationsrika media – som t ex nära informella kontakter

Intern kommunikation

I indelning i dimensioner har den interna kommunikationen hänförs till den som sker enbart inom team eller projekt och extern kommunikation den som sker mellan team/projekt och externt inom företaget eller utanför företaget (intra- och interextern kommunikation).

En annan anmärkning som man kan göra är att intern och extern kommunikation inte är oberoende av varandra. Det kan vara så att en bra intern kommunikation reflekteras i en bra extern kommunikation och vice versa. Internt och extern kommunikation är dock som fenomen åtskilda och är därför motiverad att skilja åt.

Forskning inom grupp psykologi (se t ex [Sjölund 1979]) har fokuserat mycket på den interna processen i ett team och dess effekter på prestanda. [Lakhanpal 1993] undersökte 31 team för programvaruutveckling, och sambandet mellan gruppsammanhållning, erfarenhet och förmåga i programvaruutveckling och deras betydelse för gruppens prestanda.

Det fanns ett starkt samband mellan gruppsammanhållning och hög prestanda, liksom mellan förmåga och hög prestanda. Ett svagare samband fanns mellan erfarenhet och prestanda. Ett sammanhållet team kännetecknas av att medlemmar dras till teamet, det finns ömsesidiga länkar, samverkan och en identifiering med teamets uppgifter.

I [Allen 1971] studeras skillnaden mellan s k högpresterande och lågpresterande projektmedlemmar och deras skillnader i kommunikationsmönster. Han fann att de högpresterande inte bara oftare konsulterade sina kolleger utan även spenderade mer tid för diskussioner.

Bra intern kommunikation bidrar enligt [Ancona and Caldwell 1992b] till:

- bättre definierade mål, realistiska planer och klara prioriteringar.

Definition: Effektiv intern kommunikation

Den intern kommunikationen i ett team eller ett projekt kännetecknas av en hög grad av *sammanhållning*. Detta innebär att teamet/projektet har en hög *attraktionskraft*, *samverkan* och *identitet* med team och projekt. Effektivitet i den interna kommunikationen kännetecknas av en förmåga att ha definierade mål, realistiska planer samt klara prioriteringar och beslut.

Extern kommunikation

Andra faktorer, som den externa kommunikationens betydelse för att skapa innovativa produkter och hög prestanda i team, har studerats om än inte i lika hög grad. Dessa studier har uppmärksammat den externa kommunikationens betydelse.

Sambandet mellan extern kommunikation och effektivitet i utvecklingsteam är dock inte enkel. En ökning av frekvensen i kommunikationen kan t o m minska effektiviteten. Istället har man tittat på hur framgångsrika team utvecklar sina *kommunikationsmönster* med omgivningen.

– gatekeepers

Allen påpekar att många ingenjörer sällan läser speciellt mycket och har svårt att kommunicera med personer som man inte känner väl. Hur kommer då inflödet av information in i organisationen som är så livsviktigt för framtagningen av nya produkter och förmågan att ta fram nya innovativa produkter? Detta informationsflöde är nödvändigt även om organisationen är stor enligt Allen.

Den process med vilken organisationen mest effektivt tar in information är på ett indirekt sätt. De fanns ett antal personer i organisationerna som studerades, personer som var ett slags nyckelpersoner som man förlitade sig mycket på för information. De var en slags teknologiska "gatekeepers". De var mer utåtriktade, de läste mycket mer, framförallt mer av tekniska tidskrifter och även forskningstidskrifter och hade bredare och långsiktiga relationer med tekniker utanför organisationen.

En gatekeeper är en förmedlare av information från den yttre verkligheten till organisationen. Nätverk av s k gatekeepers utvecklas spontant i organisationen.

– ambassadör

[Ancona and Caldwell 1992a] tar upp ett annat mönster i den externa kommunikationen som har betydelse för ett projekts och ett teams framgång. Om en s k gatekeeper var en kanal för informationsflödet utifrån in i organisationen, så har en ambassadör en annan roll gentemot de organisationer som finns utanför ett projekt.

En ambassadör har flera roller av att skydda projektet från påtryckningar från omgivningen för att ge arbetsro, att övertyga andra att stödja projektet/teamet, och att bedriva en form av lobbyverksamhet för att skaffa resurser. Ofta tas denna roll upp av en projektledare, vilket dock inte måste vara fallet. En ambassadör kommunicerar ofta med ledningen.

– öppenhet/gränsöverskridande

En annan viktig funktion i den externa kommunikationen [Ancona and Caldwell 1992a] är att koordinera olika uppgifter och aktiviteter med andra organisatoriska enheter. Denna aspekt av den externa kommunikationen tas upp i dimensionen integrerad problemlösning samt i de tvärfunktionella teamen. Speciellt det team som koordinerar projektet. (Se intervjun med projektledare på Siemens Elema på hur man löst aktivitetskoordineringen inom projektet men en tvärfunktionell grupp som kärna i projektet. [Öhlund 1994b])

I den tidigare refererade forskningen av Allen [Allen 1971] hade de högpresterande också en bredare kontakt med andra specialister inom andra områden. De lågpresterande hade få kontakter utanför sitt eget område. Allen såg också att de flesta idéer som projektmedlemmarna fick kom utifrån. Dock utnyttjades dessa kontakter mindre trots att de gav mer. Detta förklarar Allen med den kostnad detta innebär att skapa kontakter med kolleger.

En viktig faktor är den förlust det innebär att erkänna att man behöver hjälp. Kostnaden för detta kan säkert nedbringas om det finns ett klimat som kännetecknas av tillit, idéstöd, idétid och avsaknad av konflikter. (Se vidare om innovativt klimat längre fram.)

Enligt [Tushman 1979] sköts kommunikationen internt inom företaget (men utanför projektet) och externt utanför företaget, ofta effektivast av s k gatekeepers. I vissa fall är det effektivast med direkt kontakt.

Enligt [Tushman 1979] var den organisatoriska kommunikationen (den kommunikation som inte direkt har att göra med frågor som rör produktens utformning, handhavande, mm – t ex administration, beslut, styrning, förankring, marknadsföring av projekt mm) för ett produktutvecklingsprojekt viktig för ett projekts tekniska framgång, speciellt kommunikationen med marknads- och produktionsavdelningarna/funktionerna.

För forskningsprojekt eller projekt som inte innehöll någon större grad av utveckling och problemlösning var den organisatoriska kommunikationen negativt korrelerad till projektens prestanda. Detta måste beaktas vid en tolkning av den organisatoriska kommunikationens betydelse.

En annan faktor som negativt påverkar ett projekts framgång är en sorts isolationism. [Ancona and Caldwell 1992a] Ett inte alltför ovanligt fenomen som kan vara förödande för en organisation.

– "scouting"

Ett annat kommunikationsmönster kallas "Scouting", det handlar om att skumma av information, undersöka en marknadsnisch, kanske pröva en teknologi, pröva olika alternativ som står till buds o s v. Detta bredare undersökande kommunikationsmönster är positivt i början av ett projekt då man ännu inte bestämt sig för en lösning. Att ha detta kommunikationsmönster senare i ett projekt tyder på ett problem då man inte fixerat en lösning och kan uttrycka en oförmåga att gå från ett explorativt stadium till implementering.

Detta kan jämföras med begreppet framladdning, och strävan efter att eliminera alla osäkerheter tidigt i ett projekt och att pröva olika alternativ och deras konsekvenser. Framladdning integreras i dimensionen livscykelperspektiv.

Definition: Utvecklad extern kommunikation

En utvecklad extern kommunikation kännetecknas av existensen av olika roller för den externa kommunikationen som s k gatekeepers och ambassadörer.

En gatekeeper förmedlar och filtrerar information från omgivningen till ett team/projekt eller organisation.

Ambassadorsrollen kännetecknas av att skydda projektet från påtryckningar utifrån för att ge arbetsro, övertyga omgivningen att stödja projektet. En ambassadör kommunicerar ofta med ledningen.

Ett annat kommunikationsmönster är "scouting" som innebär att aktivt och på bredden i de tidiga faserna skaffa sig information om marknad, teknologi, mm. Den externa kommunikationen kännetecknas också av en *öppenhet* och ansträngning att kommunicera med omgivningen, i motsats till en attityd av isolationism, och "gör det själv" attityd.

Tvärfunktionellt teamfokus

Ett genomgående tema i alla empiriska studier av framgångsrika projekt är användningen av s k tvärfunktionella team. Detta är den faktor som enligt [Brown and Eisenhardt 1995] är den viktigaste och empiriskt mest robusta faktorn.

En tvärfunktionell grupp eller team omfattar personer från olika områden som utveckling, tillverkning, marknad. Ett tvärfunktionellt team/grupp får inte liknas vid en formell grupp som har representanter från olika funktioner [Clark and Fujimoto 1991].

Det tvärfunktionella teamet utgör ett verkligt team med sammanhållning och beslutsrätt som identifierar sig med projektet och inte en summa av olika intressen att försvara från de olika funktionella områdena. Ofta är ett tvärfunktionellt team kärntruppen i ett projekt. [Öhlund 1994b] Tvärfunktionella team kan förekomma på olika nivåer.

Kommunikationen mellan teammedlemmar som har olika perspektiv på och språk för produkten och utvecklingen av den, försvåras av detta faktum. Av vikt är teamets förmåga att överkomma de kommunikationshinder som finns. Detta kännetecknar de framgångsrika projekten att de överkommit kommunikationshindren som ofrånkomligt uppkommer.

En hypotes är att utbildning och träning att kommunicera i tvärfunktionella team är en faktor som kan överbrygga kommunikationshinder. En viktig faktor för ett effektivt tvärfunktionellt team är att det har stor beslutsrätt.

Definition: Tvärfunktionellt teamfokus

Tvärfunktionella team utnyttjas i utvecklingsprojekt där de ofta utgör ett projekts kärntrupp. Ett tvärfunktionellt team har en stark sammanhållning, och identifierar sig med projektet och har en stor beslutsrätt. Kommunikationshinder överbryggas genom träning och utbildning i tvärfunktionell kommunikation och arbete i team.

5.4.2 Produktperspektiv

Detta perspektiv sammanfattar dimensioner som beskriver kännetecknen som avser hantering av produkten i dess olika faser i livscykeln. I de tidiga faserna ligger naturligt ett fokus på kund och tilltänkt marknad för produkten.

Att produkten har goda användaregenskaper är en annan dimension som har betydelse för att behålla kunder och sitt rykte som produktframtagare. Även att de krav som kunden/användaren ställer (om det är till företag som man levererar produkter är ofta beställare och brukare olika delar av en organisation) tas till vara och realiserar i produkt fullt ut i hela produktens hela livscykel.

Slutligen är ett livscykelperspektiv en central dimension för att minimera kostnader för underhåll, produktion, återanvändning, variantframställning, m m.

Att produkten har modulindelning är ofta en förutsättning för att arbeta med underleverantörer på ett mer utvecklat sätt (underleverantör ansvarar för en större del designarbetet i en modul), för att hantera teknikutveckling, återanvändning av komponenter mellan olika produkter och anpassningar till kund, processutveckling hos kund.

Användbarhet

Definitionen av användbarhet enligt ISO9241-11 är:

“The extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use.”

Med Effectiveness menas den noggrannhet och fullständighet med vilken en användare uppnår sina mål.

Med Efficiency menas de resurser som används i relation till den noggrannhet och fullständighet med vilken användaren når sitt mål.

Med Satisfaction menas bekvämlighet och acceptans.

Med Context of use menas användare, mål, uppgifter, utrustning och den fysiska och sociala miljön i vilken produkten är använd.

En användbar produkt är alltså lämpad för de personer som ska använda produkten, för den uppgift som den ska användas till och för det sammanhang produkten ska användas i. Exempel på egenskaper hos en användbar produkt är:

- det ska vara lätt att lära sig använda,
- den ska vara effektiv att använda,
- den ska vara lätt att minnas för att snabbt komma igång efter paus i användandet,
- användningen ska ha låg felfrekvens, fel är lätta att åtgärda,
- den ska vara angenäm att använda,
- den ska vara avpassad för arbetsuppgift och verksamhet som den ska användas i.

Enligt [Katzeff and Svärd 1995] finns det väl dokumenterat med exempel på kostnadsbesparingar som kan göras genom att förbättra ett systems användbarhet.

Forskningen inom MDI (Människa Dator Interaktion) har pekat på en mängd metoder för att förbättra användbarheten i produkter. Det finns dock en klyfta mellan de i forskning tillgängliga metoderna och deras användning i praktiken. Orsaken till detta är flera. Att det är svårt att få tag på användare, organisatoriska hinder, bristande MDI-kunskap, avsaknad av krav på användbarhet i kontrakt mellan kund och leverantör, var några hinder [Katzeff and Svärd 1995].

En sammanställning av några metoder finns i [Fossum 1996] I rapporten [Katzeff and Svärd 1996] finns ett antal nyckelfaktorer beskriva för att bedöma mognadsgrad i användbarhet. I definitionen nedan finns ett urval av dessa.

Definition: Användbarhet

Metoder och arbets sätt finns och används i stor utsträckning för att förbättra en produkts användbarhet:

- fälttester och utvärdering av användbarhet av utvecklare och experter
- integrering i kravspecifikationsarbetet
- mätning av användningen av produkten görs
- mätning av effekter av förbättrad användbarhet görs
- metoder för att förbättra användbarhet används i alla faser av ett utvecklingsprojekt
- det finns en speciellt grupp som specialiserar sig på användbarhetsfrågor.

Kravhantering

Kravhantering handlar om att identifiera, definiera, beskriva och förvalta egenskaper och funktioner hos en produkt från kundbehov till en produkt som är rätt för den som ska använda och köpa produkten. Kravhanteringen åste alltså ske genom hela utvecklingsprocessen så att de behov som man ursprungligen identifierade verkligen blir realiserade i den produkt som slutligen producerar till marknad och kund.

En arbetsmetodik som hanterar krav över hela livscykeln är QFD (Quality Function Deployment), eller Kundcentrerad planering [Andersson 1991; Hauser and Clausing 1988; Sullivan 1986; Zultner 1989].

Tanken bakom det s k kvalitetshuset är uppfattningen att produkter ska konstrueras så att de motsvarar kunderna önskemål så att marknadspersonal, konstruktörer, produktionsfolk och servicepersonal ska kunna arbeta tillsammans från det ögonblick som en produktidé tar form. QFD är alltså en metodik för tvärfunktionella team att arbeta med kundkrav och hur de realiserar över hela utvecklingscykeln.

Att denna metodik kan ge goda resultat bekräftas av ett företag som Electrolux, som hävdar att deras framtagningstider har halverats genom att de gör rätt från början [Hjelte, Kranqvist et al 1995].

En svårighet som noterats vid kravhantering är att få de som arbetar i ett utvecklingsprojekt att förstå kundens krav, och den situation som produkten ska användas i.

En annan svårighet är att uppnå en s k spårbarhet i kraven som gör att det finns en kontroll över att kraven realiserar i den slutgiltiga produkten. Krav på spårbarhet är krav som ställs i kvalitetsstandarder som ISO 9000.

Eftersom det i många fall är omöjligt att förutsäga alla krav och att vara säker på att alla krav är entydigt förstådda och formulerade måste det även finnas en flexibilitet inbyggd i kravhanteringen som gör det möjligt att i ett senare skede ändra på krav utan att det stör utvecklingsarbetet alltför negativt.

Att göra prototyper eller fortlöpande användbarhetstester kan vara en viktig metod för att testa om kraven har uppfattats rätt eller realiserats på avsett sätt i produkten.

Det måste finnas en balans mellan externa och interna krav på produkten. Med externa krav menar vi här yttre krav på produkten från kund och marknad, med interna krav menar vi krav som ställs utifrån designmässiga, produktionsmässiga eller andra krav som återanvändning, service, anpassning till interna standarder, etc. Det måste alltså finnas en prioritering av krav på affärsmässiga och designmässiga grunder.

Definition: Kravhantering

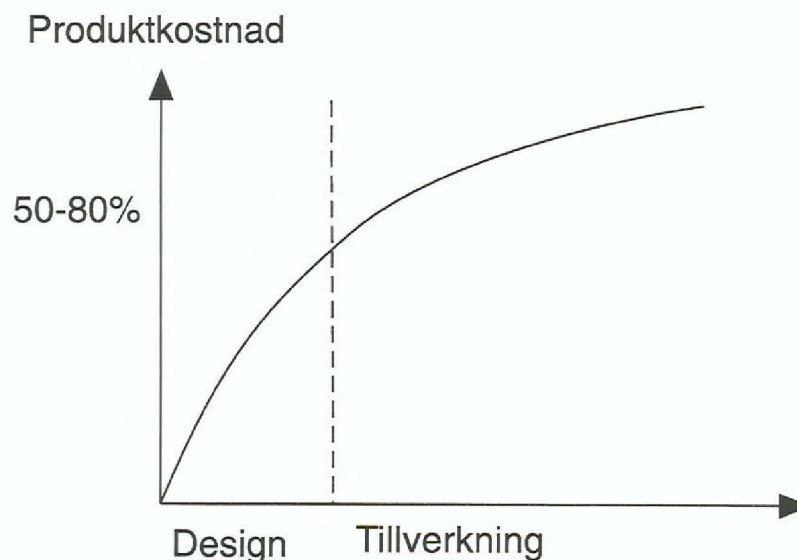
Kravhanteringen kännetecknas av:

- projektmedlemmar i hela utvecklingsprocessen har god uppfattning om kraven på produkten och i vilket sammanhang den används
- kraven på produkten hanteras av tvärfunktionella team över utvecklingsprocessens olika faser
- förmåga till flexibilitet för att integrera även sena kundkrav i produkten
- kraven finns tillgängliga för alla som förväntas uppfylla dem
- viktiga konstruktionsbeslut dokumenteras och man håller reda på hur krav realiseras i produkten
- metoder används för att validera kraven gentemot kundens behov
- prioritering av krav görs med hänsyn till både externa och interna krav på produkten

Livscykelperspektiv

Med en produkts livscykel menas de huvudsakliga faserna i en produkts livslängd från konception och design till produktion, användning och avveckling.

Det finns ett antal undersökningar som pekar på att kostnaderna relaterade till en produkt bestäms till 50-80% under inledningen till utvecklingsfasen. Enligt forskning av Whitney ([Whitney 1988] i [Clipson 1992]) som studerat tillverkningen av bildelar vid General Motors bestäms 70% av tillverkningskostnaderna i designskedet. Vid Rolls Royce bestämmer designen 80% av de slutliga produktionskostnaderna för över 2000 komponenter.



Figur 8 50-80% av en produkts kostnader bestäms i ett mycket tidigt skede.

Traditionellt har framtagningen av nya tekniska system koncentrerat sig på kostnader, planering och prestanda hos de framtagna systemen. Dock har logistik och gränssnitt mellan människa och maskin på senare tid kommit i fokus.

Att hantera det s k systemarvet aktualiserar det faktum att en allt större del av livscykelkostnaderna för ett system består av underhållskostnader. Dessa kostnader tas för liten hänsyn till i utvecklingskedet. I *Software Complexity and Maintenance Costs* av [Banker, Datar et al 1993] menar man att en hög komplexitet i programvaran orsakar 25% av underhållskostnaderna eller mer än 17% av de totala livscykelkostnaderna.

Att designskedet i mycket bestämmer kvaliteten är även väl känt. Enligt Juran Institute i [Clipson 1992] beror kvalitetsbrister till 60% på designfaktorer.

Att betrakta krav på personal, bemanning och utbildning har traditionellt inte varit en del av utvärderingen av ett systems prestanda och dess design.

I en forskningsrapport *Determining Human Systems Requirements for New Technologies* [Gould, Sorensen et al 1994] tar man upp vad man kallar kraven på de mänskliga systemen – HSR (Human System Requirements) – som en faktor i designarbetet. Bl a annat påpekar man att för det amerikanska flygvapnet är hälften eller mer av drifts- och underhållskostnaderna för de viktigaste systemen (flygplan, missiler, satelliter, kommunikationer) personalkostnader.

De nämner också att 5-8% av dödsfallen inom försvaret går att hänföra till dålig design som inte tagit hänsyn till de mänskliga systemen. De utvecklar verktyg och metoder för att i designprocessen ta hänsyn till dessa faktorer och på så sätt minska de totala livscykelkostnaderna.

Innehavskostnad är ett begrepp som ger en förstärkning på livscykeltänkandet. Inom fransk försvarsindustri optimerar man kundens innehavskostnad i stället för att se sig som leverantör av en produkt. [Dumat 1994]

Mycket av denna problematik handlar om att under utvecklingen av en produkt ta hänsyn till olika aspekter i en produkts livscykel som kostnader för underhåll, handhavande, utbildning, säkerhet, miljö, så att det påverkar den valda designen av en produkt.

Detta kräver användning av metoder för att simulera, beräkna och testa konsekvenser av ett designbeslut på ett tidigt stadium. Det kräver framförallt att involvera fler aktörer från en produkts livscykel i utvecklingsprocessen på ett tidigt stadium (i tvärfunktionella team) för att integrera deras kunskap i designen av en produkt. Det kräver att man arbetar mer på de tidiga faserna för att undvika omarbetningar och rättningar i slutet av designprocessen eller till och med i produktionen eller vid produktens användning.

Utvecklare i s k tidiga faser måste skaffa sig en bättre kunskap om villkoren för de kommande aktiviteterna. Det är viktigt att skaffa sig en förmåga att förutse konsekvenser av en viss lösning. I den mån det finns mer eller mindre formella metoder för att bedöma konsekvenser av en viss lösning är de viktiga att använda. Exempel på sådana tekniker är DFM, DFA, etc. Även användningen av mer kvalitativa, informella tekniker som QFD, kan bidra till att förutsäga konsekvenser genom produktens hela livscykel.

Inte minst är det viktigt med *kunskap från tidigare projekt* för att överföra en kunskap om hela utvecklingskedjan. Det är viktigt att understödja en tidig och intensiv kommunikation. Naturligtvis får inte de kommande aktiviteterna, som t ex olika implementeringsfrågor, tillverkningsfrågor, styra designarbetet för mycket. Som i många andra sammanhang är det av vikt att åstadkomma en bra balans.

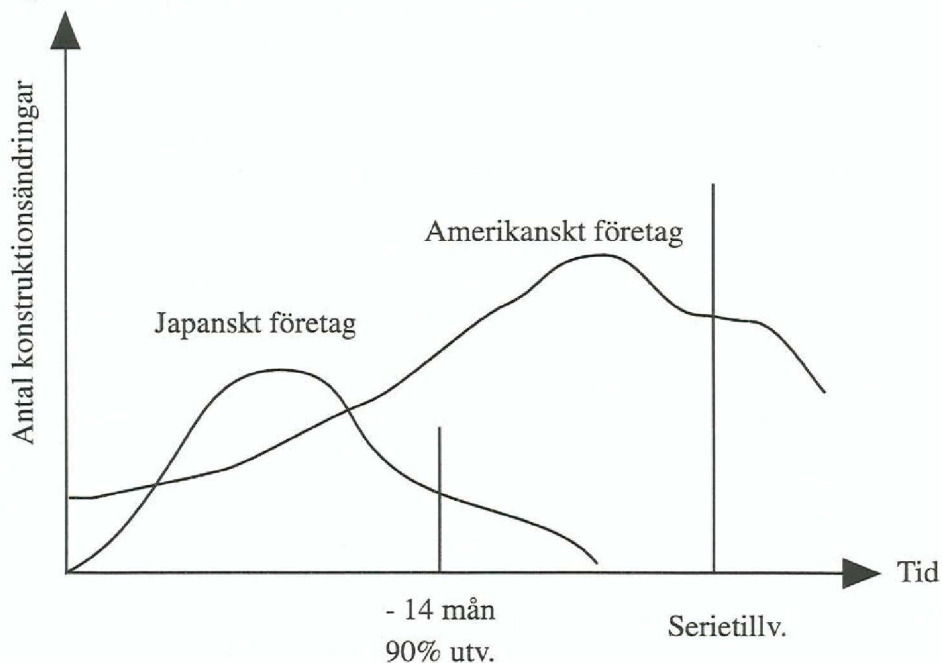
Ändringar av en design är oundviklig. Vissa ändringar bidrar till produktens kvalitet och andra är enbart ändringar för att korrigera felaktigheter, eller misstag gjorda i ett viss skede. De ändringar som sker för att förbättra en produkts kvalitet och bidrar till dess värde för kund är av godo, medan ändringar som beror på misstag, slarv m m, enbart är en kostnad.

Genom ett planerat ändringsförfarande (i bestämda intervall) kan man se till att de goda ändringarna sker planmässigt [Krause, Ulbrich et al 1993]. Detta kan annars förorsaka mycket bekymmer och vara svårt att hantera för utvecklare om de kommer oplanerat. Ett traditionellt sätt och förståeligt, men ur kvalitets- och kostnadssynvinkel dåligt sätt, är att förhindra att utvecklare träffar användare/brukare.

De fel som beror av misstag, etc, kan förhindras att föras vidare i utvecklingen genom fortlöpande konstruktionsgenomgångar, tester och disciplin. Söderberg [Söderberg 1989] rapporterar att två tredjedelar av ändringar som gjorts i den amerikanska bilindustrin skulle ha undvikits med en bättre kommunikation och disciplin.

Det är alltså viktigt att skilja på meningsfulla ändringar och sådana som inte tillför värde till produkten. Det är också viktigt när ändringar sker. I början är det positivt med många meningsfulla ändringar för att de bidrar till att höja kvaliteten på produkten (givet alltså den tillgängliga information och kunskap som fanns vid ett givet designbeslut). Dessa ändringar är dessutom mindre kostsamma i början än i slutet av cykeln. I slutet av cykel, speciellt vid tillverkning vill man eliminera eller kraftigt reducera alla ändringar¹³.

Sullivan [Sullivan 1988] redovisar en jämförelse mellan antalet konstruktionsändringar vid utveckling av en ny produkt för ett typiskt japanskt och ett typiskt amerikanskt bilföretag. Bilden nedan visar schematiskt skillnaden.



Figur 9 Skillnad i konstruktionsändringar mellan ett utvecklingsprojekt i ett japanskt bilföretag och ett amerikanskt. Schematiskt efter Sullivan 1988.

Korta cykler av design, implementering och test är också viktiga då de stärker länken mellan olika discipliner. Man upptäcker tidigare brister i en design och gör på så sätt de som arbetar uppströms mer uppmärksamma på konflikter genom att de får en snabbare återkoppling och det skapar en bättre möjlighet till en ömsesidig anpassning. Om dessa cykler upprepas tidigare och ofta kan de också uppmuntra de som arbetar nedströms att starta tidigare.

¹³ Som en konkret illustration på skillnader i var man tar itu med fel i produktionsprocessen i bilindustrin kan vi nämna att golvytan som en typisk amerikansk bilfabrik behövde (i mitten av 80-talet) för att göra justeringar i slutet av monteringen var mycket större jämfört med ett typiskt japanskt bilföretag [Womack, 1990 #36].

Livscykelperspektivet har delats in i två olika underdimensioner. Dels livscykelperspektiv som fokuserar på metoder och verktyg för att förutsäga eller beräkna konsekvenser av ett visst designbeslut eller för att göra en design som tar hänsyn till hela produktens livscykel. Denna dimension har fått beteckningen *livscykelmetoder*.

Den andra underdimensionen handlar om hur projekten lyckas med att lägga tyngdpunkten vid de tidiga faserna, både avseende att förebygga sena omarbetningar genom fler iterationer i början, genom att tidigt fokusera på problem som kan uppkomma, arbeta med alternativa lösningar, att inte starta projekt lågprioriterade, att ledningen har en stor uppmärksamhet på projekten i de tidiga faserna då de avgörande besluten ofta fattas som påverkar kostnad, kvalitet och ledtider. Denna underdimension heter *fokus på tidiga faser*.

Definition: Användning av livscykelmetoder

Användning av livscykelmetoder kännetecknas av:

- livscykeltänkande präglar utvecklingsarbetet
- kunskap om produktion, distribution, användning, vidareutveckling, underhåll och avveckling påverkar produktens utformning.
- livscykelperspektivet är grundvalen för ekonomiska överväganden i produktutformningen (underhålls- och totala livscykelkostnader beräknas)
- metoder för att förutsäga, beräkna konsekvenser v beslut används så ofta det är möjligt.

Definition: Fokus på tidiga faser

Ett fokus på tidiga faser kännetecknas av:

- att man strävar efter att minska antalet omarbetningar i slutet av utvecklingsprocessen och förskjuta dem till början
- att ledningen inte främst sysslar med s k brandkårsutryckningar har en hög uppmärksamhet på de tidiga faserna
- att projekt inte smygstartas utan en klar prioritering eller med tillräckliga resurser
- att flera alternativ tidigt testas och ställs emot varandra
- att man tidigt fokuserar på potentiella problem som kan uppkomma i senare faser.

Produktstruktur

Med produktstruktur menas i detta sammanhang en strukturering av produkten i olika delar med avseende på olika aspekter i produktens livscykel. Ett annat namn för detta är modulindelning. En god produktstruktur kännetecknas av att produktens struktur är så konstruerad att den uppfyller de kriterier som man vill ställa ur produktens livscykelperspektiv. Dess aspekter kallas enligt [Erixon, Erlandsson et al 1994] för olika moduldrivare. En definition av modulindelning görs i [Erixon, Erlandsson et al 1994]: Modulindelning är en indelning av en produkt i byggblock (moduler) med fastställda gränssnitt, driven av valda, företagsspecifika skäl.

Dessa moduldrivare kan variera från produkt till produkt. Exempel på sådana moduldrivare är (efter [Erixon, Erlandsson et al 1994] med tillägg och anpassningar):

Utveckling och konstruktion

- "Carry-over": Att dela upp produkten i delar som kan användas i andra liknande produkter eller inom en produktfamilj, är en god kandidat för en modul. Detta är återanvändning av en specifik produkt del i andra produkter, eller i framtida versioner av produkten. En s k "Carry-over" kan både användas horisontellt eller

vertikalt i tiden. (Nu för olika produkter i en produktfamilj, eller i framtiden som en stabil komponent i framtida generationer av produkten.)

- Teknikutveckling: Att ta hänsyn till teknikutvecklingen kan vara en väsentligt. En produkt del kan sannolikt komma att utvecklas tekniskt under produktens livslängd. En sådan del kan isoleras till en modul som gör det enklare att föra in ny teknik senare i produkten när tekniken och marknaden är mogen.
- Produktplan: En produktplan beskriver behovet av nya varianter och utveckling av produkten så långt det är möjligt framöver. Modulindelningen styrs av kunders nuvarande och framtida behov av varianter.

Variantframställning

- Varians: De delar som inte kan vara lika i alla varianter av slutprodukten, samlas till en eller några få moduler. Ett effektivt sätt att framställa varianter är genom en parametrering av en produkt.

Tillverkning/konstruktion

- Process/organisation: Hur utvecklingen av produkten organiseras har betydelse för modulindelningen. Man kan ha målstyrda team kring en modul och tvärfunktionella grupper kan ta ansvar för en modul hela vägen. Ska kommunikationen i utvecklingsprocessen optimeras, bör modulerna göras så att *interaktionen är störst inom de målstyrda grupperna* och att de tvärfunktionella grupperna tar hand om *moduler som är centrala ur ett livscykelperspektiv*, dvs där det finns behov av ett mer intensivt kunskapsutbyte från olika discipliner och olika delar av produktens livscykel.

Man kan öka möjligheten till att parallellägga utvecklingsarbetet genom att göra en viss modulindelning. Moduler kan slås ihop eller delas upp för att parallellägga utvecklingsarbetet. I det första fallet slås de ihop för att man behöver öka kommunikationen mellan beroende utvecklingsaktiviteter, i det senare fallet kan man bryta ned i fler moduler för att kunna utveckla dem oberoende av varandra.

Kvalitet

- Testbar: Moduler måste vara testbara. Speciellt viktigt om man vill parallellägga design och testning.

Inköp

- Leverantörer: Finns det underleverantörer av vissa delar av systemet bör man eftersträva att göra dessa delar till moduler. Viktiga frågor att besvara då man vill göra en modulindelning baserat på vad man själv ska utveckla och vad som kan köpas in är huruvida en viss teknologi/del av produkten är strategisk för produkten/företaget, vilka möjligheter man i framtiden har att utveckla och underhålla denna modul, finns kanske redan en modul som en standardprodukt från någon leverantör idag, finns det någon underleverantör idag (eller i framtiden) som skulle kunna göra det billigare och bättre.

En annan viktig faktor i detta sammanhang är att man kan korta ledtiderna genom att lägga ut utvecklingsarbete på moduler av produkten för att minska komplexiteten i utvecklingsprojekten (speciellt om man överlåter en del av designarbete på underleverantörer och slipper att göra exakta specifikationer), minska kraven på att upprätthålla spjutspetskompetens inom områden som man egentligen inte ser som centrala för verksamheten, m m. Se [Womack, Jones et al 1990] för en diskussion om detta.

Eftermarknad

- Underhåll/service: Underhåll underlättas om det finns lätt identifierbara och väl avgränsade moduler.
- Uppgradering: För att kunna erbjuda uppgradering på ett kostnadseffektivt sätt eller förändringar av produkt bör man ha moduler för de funktioner som ska kunna uppgraderas.

- Återvinning: En avgränsning av moduler som kan återvinnas i framtida produkter. Detta kan t ex vara fallet när det gäller programvarusystem som innehåller kunskap om verksamheten, som verksamhetsregler, eller viktiga definitioner av begrepp, eller viktiga data [Wohed 1994]. Dessa delar bör bli egna moduler som enkelt kan lyftas över (migreras) i framtida produkter/system.

Definition: Produktstruktur

Ett utvecklat arbete med en produktstruktur kännetecknas av att man vid konstruktionen av en produkt eller tjänst tar hänsyn till olika kriterier i en produkts livscykel för en modulindelning av en produkt. De kriterier som bör beaktas är utveckling av teknik och marknad/behov, tillverknings-/konstruktionsmässiga hänsyn, kvalitet, inköp samt eftermarknad.

5.4.3 Process- och organisationsperspektiv

Detta perspektiv fokuserar på organisatoriska faktorer som påverkar produktutvecklingens effektivitet. Därför är mycket fokus på hur utvecklingsprojekt styrs, men också hur man arbetar med att förbättra de moment av produktutvecklingen som är återkommande. Dessa återkommande moment med delaktiviteter benämns process. Hur man arbetar med underleverantörer och kunder eller internt inom företaget med produktutveckling är en viktig faktor för att minska ledtiderna och kunna skapa en situation av samverkan och lärande mellan olika aktörer i utvecklingsprocessen. Partnerskap är här ett fenomen som utvecklats från japansk bilindustri som har fått en stark genomslagskraft även inom andra industrigrenar.

Projektledning

En viktig faktor som betonas i forskningen från bilindustrin [Womack, Jones et al 1990] i Japan är deras användning av sk tunga projektledare som har stora befogenheter att skaffa sig resurser och bestämma över produktens utformning. Projektledarens roll är mindre administratörens, utan mer produktframtagarens, med en bred erfarenhet från olika roller i utvecklingsarbetet.

Projektledaren får ett bra stöd från en tung styrgrupp, så att problem snabbt kan lösas, linjeorganisationen är främst ett serviceorgan till projekten. Projekten lyfts ur linjeorganisationen och drivs av starka projektledare. Detta bekräftas av de gjorda intervjuerna i [Öhlund 1994b].

Projektledningen kännetecknas av att projektledaren är mycket ute på fältet med en nära kontakt med verksamheten. Styrningen av utvecklingen sker genom tydliga produktkoncept och tydliga visioner (genom subtil styrning, se tidigare avsnitt), med en delegering av beslut ned i de olika utvecklingsteamerna.

Definition: Projektledning

Projektledning kännetecknas av:

- att projekten har stora befogenheter att förfoga över resurser och skaffa sig den kompetens de behöver internt såväl som externt
- att projekten har tillräckliga befogenheter så att beslut inte onödigtvis skjuts uppåt utan kan beslutas direkt i projektet
- att linjeorganisationens främsta uppgift att förse projekten med kompetens o resurser
- att projektledaren är mycket ute på fältet
- att projektledaren får ett effektivt stöd av en tung styrgrupp
- att ansvarsfördelningen i projekt är tydlig
- att projektledaren fattar de viktiga besluten om produktens utformning
- att produktkoncepten är väl utvecklade och förstärkta för alla som deltar i projektet

Processutveckling

En process kan beskrivas på olika nivåer, där syftet med processbeskrivningen bestämmer vilken nivå man väljer. Väsentligt i detta sammanhang är att man arbetar med att utveckla processen, göra den snabbare, med mindre störningar, mindre antal fel och mindre antal omarbetningar.

En processutveckling kan också innebära att man uppnår en stabilitet i utförandet från projekt till projekt. Processutveckling är ur denna synvinkel en lärandeprocess. Därför måste en processutveckling arbeta nära de som arbetar i projekten och ständigt ta till vara de erfarenheter som görs i projekten, men det är också viktigt att de som är ansvariga för processen (processägare eller någon annan form av processorganisation, se t ex Basilis Experience Factory [Basili and Caldiera 1995]), bidrar med nya metoder, ny kunskap om hur processen ska förbättras.

För att lära sig av processen är det av vikt att mäta och följa upp, vidta åtgärder, genomföra experiment.

Att se processutveckling som en lärandeprocess finns beskrivet i Victor Basilis forskning [Basili and Caldiera 1995].

En känd och väl beprövad metodik för att finna och minska störningar i processer och produkter inom industrin är FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), ([Norell 1992] [Britzman, Lönnqvist et al 1993] [Öhlund 1994b]). I Process-FMEA utgår man från en processmodell (ofta ett flödesschema av något slag), och identifierar möjliga fel, typ av fel, sannolikhet för uppkomst, feleffekt, felkostnad, felorsak, enligt en metodik som används bland annat på Volvo. Denna metod (Process-FMEA) har troligtvis inte prövats för en programvaruprocess, vilket vore ett intressant test. Inget talar mot att den inte likaväl skulle kunna användas för en process för programvaruutveckling.

För att kunna mäta i en process, för att förbättra den måste den finnas dokumenterad. En dokumentering och definiering av utvecklingsprocessen kan vara första steget i att lära från projekt och även bidra till en gemensam och ensad bild av utvecklingsprocessen. En mängd olika ansatser finns för processkartläggning, det viktiga är dock att syftet är klart med processkartläggningen.

Av vikt i detta sammanhang är att det finns en dokumenterad och definierad process som skär tvärs över hela utvecklingen av en produkt eller tjänst, från marknadssidan till datasidan, till produktionen. Ofta är dessa modeller inte integrerade med varandra. De kan även vara beskrivna på för hög nivå, så att de blir så generella att de är tillämpbara på allt och samtidigt inget. Det är viktigt att modellerna är anpassningsbara till olika situationer, som projektstorlek, typ av produkter, typ av utveckling (forskning, innovativa projekt, eller förfiningar av redan existerande design).

Att processmodellerna är levande, tillämpas och förstås av alla inblandade är viktigt om de inte ska bli en pappersprodukt, som då med all säkerhet inte alls avspeglar den praxis som finns i företaget. Ett sätt att hålla dem levande är att knyta ständiga förbättringar till dem.

Definition: Processutveckling

Processutveckling kännetecknas av:

- det finns dokumenterade processer över hela livscykeln
- det finns klara riktlinjer för situationsberoende tillämpning
- de dokumenterade processerna är lätt åtkomliga för alla som deltar i ett utvecklingsprojekt.
- förbättring av processer görs genom mätningar, analys, beräkning av effekter och vidtagande av åtgärder (preventiva eller post-factum).
- mycket arbete läggs ned på att förbättra processerna, en plan finns för detta

Partnerskap

I boken *The Machine That Changed The World: the story of lean production*, [Womack, Jones et al 1990], beskrev man hur man inom japansk bilindustri arbetade med sina underleverantörer jämfört med hur man i USA hanterade sina. Det traditionella sättet att hantera sina underleverantörer var att fokusera på kostnaden, att ha många underleverantörer som tävlade inbördes om att vinna ett kontrakt med det stora bilföretaget. Traditionellt förutsatte detta noggranna specifikationer på vilka de olika underleverantörerna kunde bjuda. Det finns ett antal nackdelar med detta system:

- Underleverantörerna kommer in sent.
- Realistiska bud tenderar att förlora. Man börjar lågt och när man väl fått kontraktet försöker man omförhandla det och få företaget att gå med på ökade kostnader.
- Det blir svårt att bedöma kostnader på sikt.
- Bristande öppenhet hos underleverantörerna som inte vill visa hur mycket man tjänar på ett kontrakt då man är rädd för att det kan omförhandlas negativt för dem.
- Slutligheten leder till ökade svårigheter av att lära av varandra.
- Paradoxalt leder det till att underleverantörernas profit är låg och komponentkostnaden hög.
- Bildproducenten kan tvingas upprätthålla spetskompetens inom alla komponentområden därför att man måste göra designen mycket detaljerad före anbudsförfarandet.

Den japanska bilindustrin utvecklade en annan modell för *samarbete* med underleverantörer.

- Man reducerade antalet underleverantörer med vika man utvecklade ett samarbete.
- Underleverantörer fick ta ansvar för större komponenter, s k black box engineering.
- De ekonomiska och juridiska förhållandena kännetecknades av partnerskap, d v s på delad vinst. Detta innebär långsiktighet, öppenhet, s k vinna – vinna kontrakt.
- Underleverantörernas kunskap tas tillvara och de är aktivt involverade i projekt, där de kommer in tidigt.
- Genom partnerskapet finns det incitament att lära av varandra av att genomföra ständiga förbättringar.
- Bilproducenten behöver inte upprätthålla spjutspetskompetens för alla komponenter i produkten utan kan koncentrera sig på det som är kärnan i produkten.

Definition: Partnerskap

Partnerskap kännetecknas av:

- att det finns ett utvecklat partnerskap mellan kund/leverantör/underleverantör, (långsiktighet, förtroende)
- underleverantörer är ofta och aktivt involverade i utvecklingsprocessen
- det finns en stor öppenhet mellan beställare och underleverantör
- underleverantörer tar ansvar för att utveckla större komponenter/delsystem
- underleverantörernas arbete specificeras inte i detalj utan en hel del av designen ansvarar underleverantören för

5.5 Innovativt klimat

5.5.1 Innovativt klimat och produktutveckling

I inledningen till detta kapitel redogjordes kortfattat för ett visst arbetssätt i den organisatoriska processen och problemlösningsprocessen och dess relation till det omgivande organisatoriska klimatet och kulturen.

I detta avsnitt beskrivs kortfattat det mätinstrument som Göran Ekvall har utvecklat för att mäta innovativt klimat [Ekvall 1990a]. Den teoretiska bakgrunden till detta mätinstrument kommer inte att behandlas här utan enbart en redogörelse för dess uppbyggnad. För en redogörelse och en bakgrund hänvisas till annan litteratur skriven av bland annat Ekvall [Ekvall 1988; Ekvall 1993; Ekvall, Arvonen et al 1987].

Ekvall definierar i sitt mätinstrument för innovativt klimat 10 st dimensioner som kännetecknar ett innovativt klimat.

Den enkät som mäter arbetsklimatet eller det innovativa klimatet består av 50 st påståenden varav 5 st påståenden i varje dimension syftar till att mäta denna dimension.

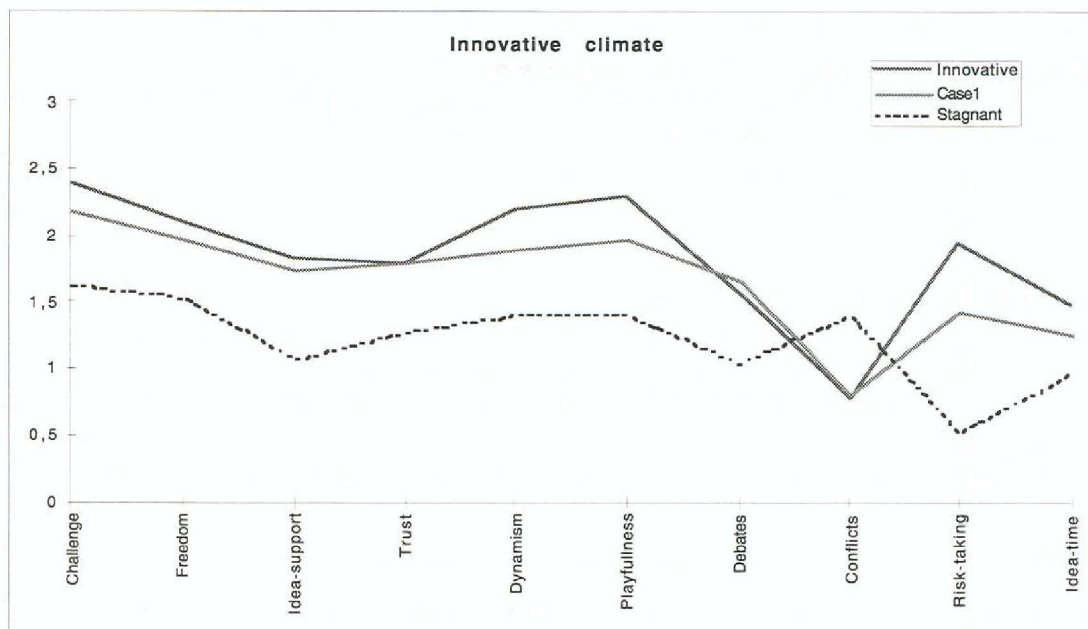
På enkätens påståenden ska man svara på i hur hög grad ett påstående stämmer på den avdelning eller organisatoriska enhet som man arbetar på i företaget. Klimatet antas kunna variera i en organisation så att en avdelning kan ha ett mycket innovativt klimat medan en annan avdelning i samma företag mycket väl kan ha ett betydligt sämre klimat.

I klimatomätningen är den enskilde respondenten en observatör som uppmanas att vara så objektiv som möjligt i sina bedömningar. Detta skiljer denna typ av mätning från attityd- och trivselsmätningar. De enskilda svaren summeras sedan i de olika dimensioner till ett medelvärde för en organisation. Det är det sammanvägda resultatet som är intressant, inte de enskilda svaren. Skillnader i hur olika individer tolkar det innovativa klimatet beror på ett antal faktorer som personlighet och erfarenhet. Dessa faktorer kan antas ta ut varandra då mätningen aggregeras till ett organisationsmått.

Spridningen i svaren kan ge en indikation på hur tydligt det innovativa klimatet är. Om spridningen är liten tolkas detta som att klimatet är tydligt och att medlemmarna är goda observatörer av klimatet. En spridning i svar kan tyda på att klimatet inte är stabilt utan befinner sig i ett mellanskede mellan olika klimat. I situationer då man kan observera tvådelade fördelningar i svaren kan man anta att det finns någon form av sub-klimat i organisationen.

Ekvall har i valideringen av mätinstrumentet gjort mätningar på 10 st avgjort innovativa organisationer och 5 st avgjort stagnerande organisationer (denna klassificering har gjorts efter ett antal andra kriterier vilka vi inte utvecklar här). Dessa organisationers medelvärden har sammanförts till två profiler, en för en typiskt innovativ organisation, en för en typiskt stagnerande organisation.

Med hjälp av dessa profiler kan sedan en organisation jämföra sina mätvärden med en innovativ respektive en stagnerande organisation. Nedan visas ett exempel på en sådan jämförelse.



Figur 10 Profiler för innovativa och stagnerande organisationer jämfört med måttet för en aktuell organisation.

Den feta linjen representerar en innovativ organisation, den prickade en stagnerande, samt den heldragna tunnare linjen den uppmätta organisationen. För en redovisning av reliabilitet och validitet för formuläret i ett antal mätningar hänvisas till manualen [Ekvall 1990a].

Här redovisas inte hur man ska analysera resultatet eller hur en mätning ska göras för att uppnå en god reliabilitet, m m.

5.5.2 Dimensioner i ett innovativt klimat

Nedan följer en kortfattad beskrivning av de olika dimensionerna som mäts i det innovativa klimatet. Beskrivningarna är hämtade från manualen till enkäten.

Dimensionerna i det innovativa klimatet är:

- utmaning
- frihet
- idéstöd
- tillit
- livfullhet
- lekfullhet/humor
- debatt
- konflikter
- risktagande
- idétid.

UTMANING: Organisationsmedlemmarnas engagemang i och känsla för verksamheten och dess målsättning.

Ett klimat med hög utmaning karakteriseras av att människorna är motiverade, känner arbetsglädje och upplever meningsfullhet i sin syssla.

Låg utmaning innebär känslor av alienation och likgiltighet; ointresse och apati inför arbetet och organisationen är den vanliga attityden.

FRIHET: Den självständighet i beteendet som människorna i organisationen utövar.

I ett klimat med stor frihet ser man hur människorna tar kontakter för att få och ge information, diskutera problem och åtgärder, hur de lägger upp arbetet efter eget huvud och hur de tar initiativ av olika slag och fattar beslut.

I det motsatta klimatet är människorna passiva, instruktionsfixerade och måna om att inte göra något som går utanför ramarna.

IDÉSTÖD: Det sätt på vilket nya idéer bemöts.

Idéer och uppslag mottas välvilligt av både chefer och arbetskamrater i det idéstödjande klimatet. Man lyssnar på varandra och uppmuntrar initiativ. Den som kommer med nya idéer ges möjligheter att pröva dem. Andan är konstruktiv och positiv.

Vid dåligt idéstöd förhärskar "det automatiska nej"; varje idé bemöts omedelbart med ett negativt argument. Felfinnande och hinderresning är det vanliga beteendet.

TILLIT: Den känslomässiga trygghet i relationerna som ges.

När tilliten är god vågar alla komma fram med sina idéer och åsikter. Man kan ta initiativ utan fruktan för repressalier eller löje, ifall det slår fel. Kommunikationen är öppen och rak.

Där tilliten saknas är människorna misstänksamma mot varandra och räknar med att få betala dyrt för eventuella misstag. Man är också rädd för att bli utnyttjad och bestulen på sina goda uppslag.

LIVFULLHET: Den dynamik som finns i organisationen.

I den starkt dynamiska situationen inträffar ständigt nya händelser, och växlingar mellan olika tanke- och handlingsbanor sker ofta. Det råder psykologisk turbulens som beskrivs med uttryck som "fart och fläkt", "go", "halsbrytande", "en häxkittel", "full rulle" o dyl.

Den motsatta situationen kan liknas vid en stilla lunk som inte ger några överraskningar. Inga nya projekt, inga annorlunda planer, allt går sin gilla gång.

LEKFULLHET/HUMOR: Den lättsamhet som råder.

En otvungen atmosfär där det skojas och skämtas en hel del, karakteriserar den lekfulla organisationen. Tokiga idéer och roliga historier blandar upp arbetets allvar.

I den diametralt annorlunda organisationen dominerar allvaret totalt. Det blir en stel, dyster, tung stämning, där skoj och skratt betraktas som opassande.

DEBATT: I vilken utsträckning det förekommer möten och kollisioner mellan synpunkter, idéer och olika erfarenheter och kunskaper.

I den debatterande organisationen gör sig många olika röster hörda och folk är pigga på att lägga fram sina idéer.

Där ingen debatt förekommer följer man ett auktoritärt mönster utan ifrågasättande.

KONFLIKTER: I vilken utsträckning det förekommer personliga emotionella spänningar (i motsats till idé-spänningar, "debatter") i organisationen.

När konfliktnivån är hög hatar grupper och enskilda individer varandra, är i strid. Intriger och fällor är vanliga ingredienser i livet i organisationen. Det skvallras och baktalas.

I det motsatta fallet uppför man sig mera moget, man har psykologisk insikt och kontrollerar sina impulser.

RISKTAGANDE: Organisationens benägenhet att tolerera osäkerhet.

I påtagligt risktagande organisationer handlar man snabbt, tar tillvara uppdykande tillfällen, provar hellre än utreder.

I den riskrädda organisationen råder en försiktig, utredande mentalitet. Man tar det "säkra före det osäkra". Man "sover på saken". Man tillsätter utredningar och man gör alla tänkbara garderingar, innan man går till verket med ett beslut.

IDÉ-TID: Den tid man kan använda och använder för utarbetande av nya idéer.

Med gott om idé-tid föreligger möjligheter att diskutera och testa impulser och nya förslag som inte är planerade eller ingår i den förelagda arbetsuppgiften och man använder sig av dessa möjligheter.

I det motsatta förhållandet är varje minut inbokad och specificerad. Tidspresen omöjliggör tänkande utanför instruktioner och planerade rutiner.

5.6 Organisationsvärderingar

Med en organisationskultur menas de normer och värderingar som råder i en organisation. Om organisationsklimatet karakteriseras av en viss ytstruktur som påverkas av den rådande kulturen och en mängd olika faktorer, kännetecknas kulturen av en mer djupt liggande struktur som inte varierar så mycket över tiden. Man brukar använda uttrycket "det sitter i väggarna" för att karakterisera vad en organisationskultur är.

Ofta är kulturen något som inte är synligt i organisationen. De händelser och faktorer som en gång skapade kulturen i ett företag har kanske för länge sedan passerat och de normer och värderingar som en gång uppstått i företaget har "internaliserats" i organisationen så att de blivit "oskrivna lagar", dolda därför att de vävts in i organisationens sätt att fungera.

Att förändra kulturen i en organisation beskrivs ofta som den största utmaningen när det gäller att lämna ett äldre sätt att bedriva produktutveckling med ett nytt som kanske bryter med den gängse kulturen.

Hur denna kulturförändring ska ske ligger utanför ramen för detta arbete, men en utgångspunkt är att börja med att karakterisera kulturen i organisationen. Utifrån ett utvecklingsperspektiv har vi funnit att Göran Ekvalls definition av olika kulturer som fruktbar.

Organisations kultur är ofta en blandning av olika värderingar och normer. När man ska karakterisera kulturen i en organisation bör den innehålla en bedömning av hur denna blandning ser ut, hur stark de olika ingredienserna är i den kultur som dominerar organisationen idag. Vi ska inte här gå igenom detaljerna i detta utan hänvisar till den forskning som Ekvall gjort i ämnet. Se t ex [Ekvall 1988; Ekvall 1993; Ekvall, Arvonen et al 1987].

5.6.1 Olika dimensioner i organisationskulturen

Vi kommer här att kortfattat beskriva de olika värderingar och normer som ligger till grund för olika dimensioner i organisationskulturen. Ekvall har delat in kulturen i tre dimensioner:

- Strukturorientering
- Människoorientering
- Utvecklingsorientering

Den följande beskrivningen av de olika dimensionerna är hämtad från [Ekvall 1990b].

Strukturorientering

Teknik, metoder och system ses som de viktigaste elementen i en organisation. Människan är en alltför irrationell, känslös och opålitlig företeelse för att basera en effektiv verksamhet på. Hennes inflytande måste minimeras genom att hon underordnas strukturella element.

Processer och människors beteenden ska därför styras och kontrolleras via rationella tekniska och administrativa anordningar. Planering, fasta rutiner och utfallskontroller ska göra verksamheten stabil och förutsebar. Ordning och reda, noggranna överväganden och "säkra kort" är normgivande begrepp.

Den ledarskapsstil som följer av denna organisationssyn tenderar att bli uppgiftsfixerad. Arbetet ska organiseras fram, inte motiveras fram. Kontakterna mellan chef och medarbetare blir formella och rör uteslutande arbetsuppgiften.

Personalpolitiken färgas naturligtvis också på ett genomgripande sätt av denna värderingsbas. Den blir strikt, byråkratisk och avsedd att ge ett formellt, juridiskt och avtalsenligt korrekt handläggande av personalärenden. Detaljerade regler och instruktioner finns för alla slags ärenden. Personalutbildningen är smal och konkret, helt inriktad på att lära den anställde ett effektivt fungerande i anslutning till de tekniska och administrativa systemen.

Den organisationsform som faller ut av dessa värderingar är hierarkisk, centraliserad och expertstyrd. Stora, centralt placerade staber av specialister utarbetar och underhåller de styrande och kontrollerande tekniska processerna, medarbetarna och systemen. Linjechefer rekryteras vanligen från specialiststaberna och förstärker den expertmentalitet som genomsyrar organisationen.

Människoorientering

Organisationen uppfattas först och främst som bestående av människor som tillsammans och med hjälp av tekniska och administrativa hjälpmedel ska utföra en samlad prestation och föra organisationen till måluppfyllelse. Det är organisationsmedlemmarnas vilja och kompetens som avgör organisationens öde.

Människonaturen ses som i grunden aktiv, målsträvande, konstruktiv och social. Människans positiva strävanden kan dock hindras av omgivningen att komma till uttryck, med aggressivitet eller passivitet som följd. Likaväl kan den konstruktiva kraften stimuleras och förstärkas av omgivningsförhållanden.

Stora individuella olikheter i personlighet erkänns och bejakas. Helt avgörande för en organisations framgång och överlevnad blir följaktligen att den organisatoriska miljön tar tillvara de naturliga energi- och skaparkrafterna i den mänskliga naturen och samtidigt ger varje individs särart spelrum.

Denna grundsyn om människorna som organisationens byggstenar, väsentligaste kraftkälla samt centrala nervsystem finner sina uttryck i alla beslut, åtgärder, beteendemönster och attityder som karakteriserar organisationen.

Ledarskapsstilen är hänsynsfull, samarbetande, icke-auktoritär, inriktad på att tillgodose medarbetarnas psykologiska behov och på att skapa goda relationer och ett positivt arbetsklimat som gör att de anställda trivs och blir motiverade till bra prestationer.

Personalpolitiken blir likaså mjuk; personalen ska tas om hand så att de erfar trygghet och ser framtidsmöjligheter i organisationen; personalvård, vidareutbildning och karriärplanering är centrala begrepp. Organisationsformen görs decentraliserad och byråkratiska kontroller och regleringar dämpas.

Utvecklingsorientering

Organisationen måste ständigt förändra sig och den måste bli bättre och bättre, det är grunduppfattningen i denna typ av kultur. Utveckling innebär i detta fall att bli både kvalitativt och kvantitativt starkare. Oförändrat läge ses som tillbakagång, början till slutet. Framför allt är det genom nya, bättre produkter eller tjänster som expansionen ska ske.

En svensk organisationsteoretiker har beskrivit synsättet i termer av strategi. Han använder termen "innovativ strategi" för företag som går in för att överleva och växa genom att utveckla nya produkter och släppa ut dem på marknaden i en jämn ström. Motsatsen är i Nyströms terminologi en "positionell strategi", som innebär att företaget går in för att försvara sina positioner på marknaden med de produkter man redan har.

Utvecklingsorienteringen är av naturliga skäl tydligast i uppbyggnadsskedet av en verksamhet. Då är den nödvändig. När en viss växt och etablering nåtts, tenderar verksamheten ofta att gå mot mera "positionella" värderingar. Man skördar frukterna av de utvecklingsansträngningar man gjort och man tar igen sig efter genomliden växtvärk.

Men under senare år har riskerna med att slappna av och leva på gamla innovativa lagrar visat sig bli allvarigare. Medvetenheten om detta är påtaglig i näringslivet och företagen anstränger sig i allmänhet hårt för att hitta möjliga och lämpliga avvägningar mellan förändring och stabilitet.

Ett ledarskap i linje med utvecklingsorienteringen fungerar målinriktat, handlingskraftigt och beslutssnabbt, idéaccepterande och risktagande. Personalpolitiken är liberal och pragmatisk. Initiativtagande och originalitet belönas. Organisationsformen är plastisk och oklar i konturerna. Regler och handlingssätt förändras kontinuerligt. Befattningsinnehåll och roller skiftar snabbt alltefter det att nya projekt startas eller gamla omstruktureras.

5.6.2 Formulär och redovisning

För att mäta organisationskulturen finns ett formulär med 35 påståenden [Ekvall 1990b]. Den skala som används är annorlunda jämfört med formuläret som mäter det innovativa klimatet. Påstående är i form av s k sentence completion där den svarande ska bedöma hur väl en komplettering stämmer överens med situationen i företaget. Ett exempel.

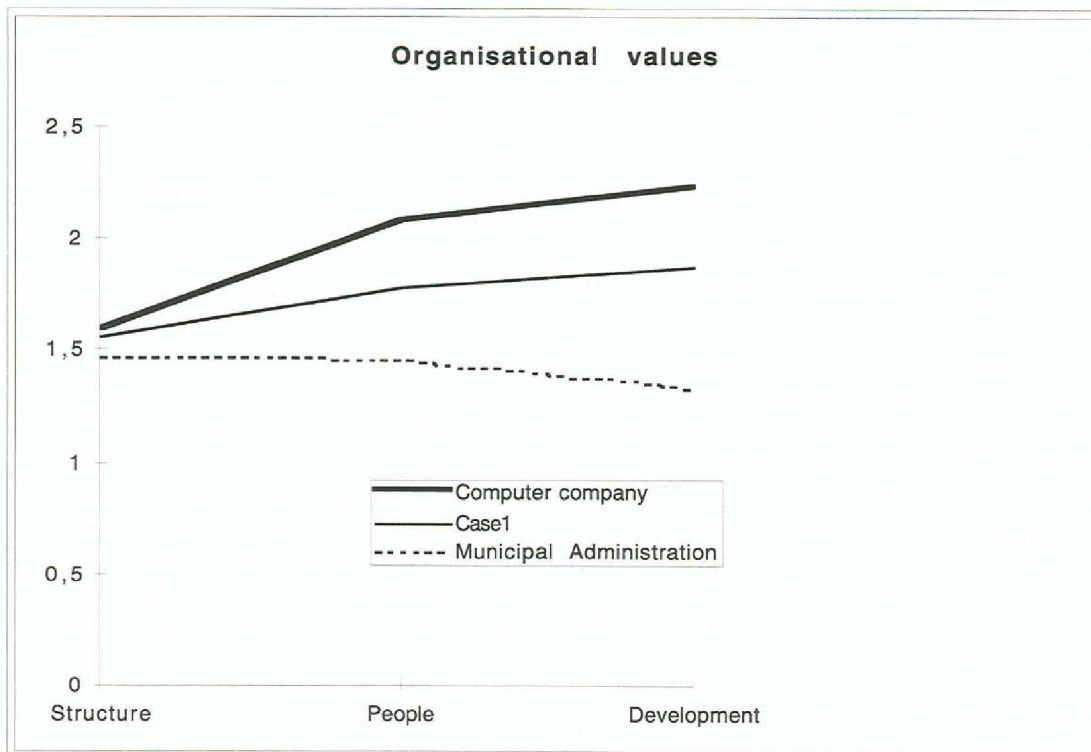
I det här företaget *strävar* man *allvarligt* efter, *anstränger* sig, att ...

sällan	ibland	ganska ofta	för det mesta
0	1	2	3

1. ... styra verksamheten hårt genom order och dekret från toppen 0 1 2 3

Skalan är i detta fall hur ofta (frekvensen) man *strävar* efter, *anstränger* sig, att alltså hur ofta ett *agerande* dyker upp i verksamheten. Se kapitel 6 för en behandling av olika skalor.

Vid redovisning av ett mätresultat kan ett sätt vara att jämföra sig med andra typiska organisationer. Nedan finns en grafisk presentation av två olika organisationer och deras organisationsvärderingar, ett dataföretag (den feta linjen) och en kommunal förvaltning (den streckade linjen) av data som är hämtade från manualen [Ekvall 1990b]. Det är uppenbart att utvecklingsorienteringen inte är en central bit i en kommunal förvaltning.



Figur 11 Jämförelse mellan organisatoriska värderingar i tre olika organisationer.

För en genomgång av reliabilitet och validitet för mätinstrumentet se manual [Ekvall 1990b].

6 Konstruktion av ett mätinstrument för analys och förändring

Den referensmodell som utvecklades i denna rapport har vuxit fram som ett resultat av en iteration mellan intervjuer, litteraturstudier samt genom en återmatning av resultat från konstruktionen av den första referensmodellen och dess operationalisering i en enkät som sedan testades på olika företag och grupper.

Den referensmodell som finns redovisad i denna rapport är ett resultat av en utveckling av flera versioner av frågeformuläret. Delar av tidigare referensmodeller och erfarenheter från dess operationalisering i formulär och användande finns beskrivna i avsnitt 6.3.

6.1 Användning av referensmodell för nulägesanalys

Referensmodellen syftar till att beskriva ett antal viktiga faktorer för en framgångsrik utveckling av produkter. Den kan tänkas användas på flera olika sätt: Den kan t ex vara en modell som kan tjäna som utgångspunkt för en checklista eller en mall för att studera en organisations förmåga till produktutveckling. Den kan vara en utgångspunkt för en operationalisering i ett formulär för mätning av överensstämmelse i en organisation med referensmodellen.

Ofta är det så att en organisation finner det nödvändigt att få en bättre förståelse för dess nuvarande situation och praxis när det gäller produktutveckling. Det kan t ex vara viktigt att förstå vad man är bra på, vilka brister som finns, men också vilka möjligheter och hot som finns. Detta kan sammanfattas i en s k SWOT analys (Strength Weaknesses Opportunities and Threats).

En referensmodell för framgångsrik produktutveckling kan tjäna som en jämförelsemall för att få kunskap om styrkor och svagheter men också potentiella möjligheter till förbättring. I den här utvecklade referensmodellen finns ingen analys av hotbilden.

6.2 Datainsamling

Om man nu vill använda referensmodellen för att göra en nulägesanalys så ställs frågan hur man ska samla in data till en sådan analys, vem ska göra analysen, vad ska den resultera i, var ska data samlas in, och framförallt varför vill man göra en nulägesanalys? (Ett förslag till arbetssteg som prövats i två mätningar i denna nulägesanalys finns i avsnitt 6.4)

Fokus ligger på följande aspekter:

- vilken är vår informationskälla?
- vilken är vår insamlingsmetod?
- vilket är vårt undersökningsobjekt?

Informationskällor och datainsamlingsmetoder

Beroende på hur stort och komplext undersökningsobjektet är kan man välja olika källor för sin analys beroende på kvalitet, ekonomi, och tid. Några tänkbara informationskällor i vårt fall kan vara projektledare, linjechefer, ett antal nyckelpersoner som man valt för att de har en god överblick över situationen.

Detta val av informationskälla är ett försök att genom en bedömning göra ett representativt val av respondenter som förhoppningsvis ska ge en korrekt bild av situationen. (Icke slumpmässigt bedömningsurval. Se t ex [Malhorta 1993] för en vidare diskussion.)

Kvaliteten på resultatet beror mycket på hur urvalet gjorts, det finns heller ingen möjlighet att bedöma hur pass representativ data är för hela undersökningsobjektet. Metoden har fördelar genom att den är effektiv tidsmässigt och att man kan, beroende

på insamlingsmetod gå djupare i analysen. Datainsamlingsmetoden är här ofta paneler, intervjuer, men även ibland enkäter.

Ett annat sätt är att låta alla deltagare i t ex en del av organisationen utgöra informationskälla. Det kan göras genom ett slumpmässigt urval eller en totalundersökning om populationen är liten. En vanlig metod är här att man använder enkäter. Man kan även tänka sig att man gör många intervjuer där respondenterna är slumpmässigt valda. Men det senare arbetssättet tycks dock vara arbetskrävande. Inte minst är analysarbetet omfattande.

Andra kvalitativa undersökningsmetoder kan även de tänkas användas men är mindre sannolika eftersom de är kostsamma. De kan dock användas som ett mycket bra komplement för att öka förståelsen på djupet och öka konkretiseringen, till den mer översiktliga mätning och information som fås av enkäter.

I en organisation finns det ofta inte en systematisk metod för skapa ett underlag för en nulägesanalys. Det görs ofta godtyckligt och framförallt beror det mycket på den eller de personer som har uppdraget att göra analysen. Det kan vara en konsult som har sin egen metod för verksamhetsanalys. Dessa metoder är dock ofta mycket generella metoder för verksamhetsanalys som inte säger mycket om produktutveckling och hur den framgångsrikt bör bedrivas.

Undersökningsobjekt

Här kan det variera mellan hela företags utvecklingsverksamhet inklusive de involverade underleverantörerna eller kunderna, till att gälla en mindre utvecklingsenhet i organisationen. Man kan även tänka sig att göra en analys av enstaka större och längre projekt. Man kanske vill jämföra olika enheter med varandra, eller så vill man få ett helhetsbild för hela företaget.

Man kan också tänka sig att man är intresserad av olika yrkeskategorier, eller olika funktioners syn på utvecklingsarbetet, kanske också om det finns skillnad mellan kön, anställningstid, utbildningsnivå, mm.

Val av datainsamlingsmetod

Referensmodellen har operationaliserats till en enkät som ska samla in information från all involverad personal för undersökningsobjektet, antingen genom en totalundersökning, eller genom ett slumpmässigt urval.

Skälen för detta är flera:

- en ekonomisk och snabb metod som inte är så känslig för "uppskalning"
- genom en väl utprovad enkät ge en icke-subjektiv information som ett medelvärde av alla deltagande
- genom det slumpmässiga urvalet kan man uttala sig om resultatens representativitet för populationen, vilket gör att man undviker försök att förkasta resultatet på grund av dess "subjektivitet"
- det skapar även ett deltagande hos hela personalen i undersökningen av nuläget.

Nackdelarna med denna metod är att det är svårt att göra bra enkäter med hög tillförlitlighet (reliabilitet) och som faktiskt också mäter det som de avser att mäta (validitet). Det är tidskrävande. Insamlingsmetoden har även den en annan nackdel i att den enbart ger en övergripande bild av situationen och att resultaten måste analyseras och diskuteras av de som har verksamhetskunskap.

Dessa nackdelar kan man kompensera för genom att använda resultaten från enkätundersökningen på ett speciellt sätt, t ex genom att låta en analysgrupp (vilket gjorts i två fall – se vidare redovisning om detta nedan) från företaget tillsammans med analytiker analysera resultatet på djupet och dess relevans och giltighet för företaget.

6.3 Tillvägagångssätt vid konstruktion av enkät

Eftersom informationskällan till enkäten är individuella svar från personal vid berörd del av organisationen ligger det nära till hands att använda liknande metoder som används vid olika slag av s k personalenkäter. Vid sådana enkäter kan man vilja ha reda på personalens *attityder* till sin arbetsituation eller till andra fenomen på arbetsplatsen. Då är man ute efter att få en så klar bild av den svarandes subjektiva uppfattning.

Syftet har inte varit att mäta attityder, utan att utnyttja personalens kunskap och observationsförmåga för att få en bedömning av hur utvecklingsarbetet går till, ställt mot en referensmodell.

Önskan är därför att de svarande inte ska svara så subjektivt som möjligt utan att de ska försöka se på situationen på sin arbetsplats utifrån mer neutrala ögon. Naturligtvis finns det alltid en påverkan hur man ser på sin arbetsplats som är baserad på olika attityder och olika perspektiv och utgångspunkter. Men genom att fråga tillräckligt många på en arbetsplats och genom att göra ett slumpmässigt urval (ibland ett stratifierat slumpmässigt urval) i de fall man inte gör en totalundersökning, kan man ändå säkra ett tillförlitligt resultat.

Ett vanligt sätt att konstruera mätinstrument är att först definiera de olika dimensioner som man vill mäta och efter detta formulerar ett antal frågor som avser att mäta det fenomen som definieras av dimensionen.

Om man t ex vill mäta grad av utmaning som finns i arbetet måste man först teoretiskt definiera dimensionen utmaning och sedan operationalisera detta (göra det mätbart) i termer av ett antal frågor. Antag att dimensionen utmaning i arbetet mäts med fem frågor(eller påståenden). Först måste man då definiera vad som menas med utmaning.

Ett sätt att göra det kan vara på följande sätt:

UTMANING: Organisationsmedlemmarnas engagemang i och känsla för verksamheten och dess målsättning.

Ett klimat med hög utmaning karakteriseras av att människorna är motiverade, känner arbetsglädje och upplever meningsfullhet i sin syssla.

Låg utmaning innebär känslor av alienation och likgiltighet; ointresse och apati inför arbetet och organisationen är den vanliga attityden.

(Från [Ekvall 1990a])

Sedan behöver denna definition (som naturligtvis måste vara förankrad i forskning och teoribildning för att ha en vetenskaplig relevans) operationaliseras i ett antal påståenden. I Ekvalls enkät som mäter det innovativa klimatet är det operationaliserat i fem frågor.

Det är också viktigt att bestämma (innan man bestämmer skalan) vilken slags svar som önskas. De vanligaste typen av svar är a) hur väl ett påstående stämmer, b) en värdering av varje påstående och c) hur ofta ett visst fenomen har uppstått, eller ska eller kommer att uppstå.

Den typ av svar som förväntas i Ekvall klimatenkät och i den enkät som utvecklats för att operationalisera referensmodellen är i hur hög grad som ett visst påstående stämmer *överens med situationen på företaget*.

Den skala som används är en intervallskala som ser ut på följande sätt¹⁴:

Inte alls	I viss mån	Ganska bra	I hög grad
0	1	2	3

Tabell 5 En intervallskala som används i mätinstrumenten.

En typisk Likertskala är en skala som fås genom att addera de olika svarsvärdena för olika påståenden (s k Likert-items – i denna rapport kallas dessa för element eller påståenden). Därför refereras Likertskalor ofta som "summerade skalor". [McIver and Carmines 1994]. Ovanstående skala är en typisk Likertskala. Likertskalor har använts i utveckling av mätinstrumentet med påståenden om situationen i företaget eller den organisatoriska enhet som avses att mätas.

Det är viktigt att för varje mätning definiera den organisatoriska enhet som ska mätas så att de svarande vet vilken enhet de ska tänka på då de ger sin bedömning av situationen.

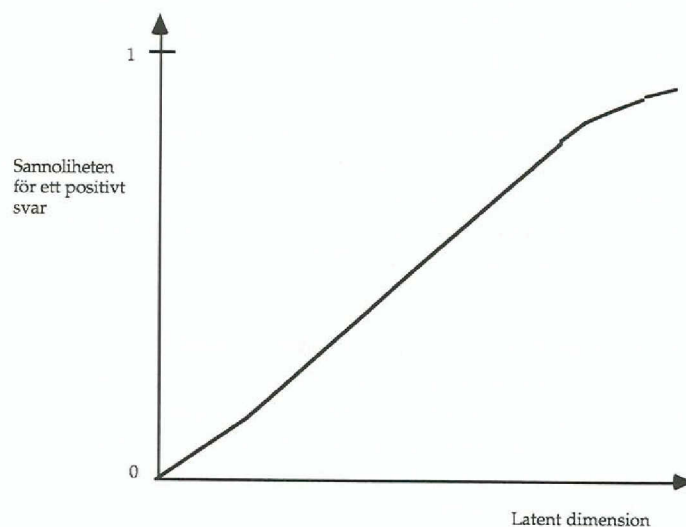
Om skalorna ska fungera som intervallskalor förutsätts att det finns ett lika stort intervall mellan de olika omdömen man gör. Detta gör att man kan betrakta dem som intervallskalor och sedan beräkna medelvärden för flera respondenter och summera värdena för ett antal frågor till en dimension, vilket är den nivå som man sedan redovisar. [McIver and Carmines 1994]

Likerts procedur för att konstruera skalor är subjektcentrerad eftersom den syftar till att mäta och återspegla att en systematisk variation i ett svar motsvarar skillnader mellan olika respondenter. Man antar även att det finns ett monotont förhållande (ökande eller minskande) mellan de svar som ges och en viss inställning till ett påstående. Det betyder att en person som starkt uppfattar att ett påstående stämmer kommer att ge ett högre värde än en person som svagt eller inte alls uppfattar att ett påstående stämmer, som på motsvarande sätt ska få ett lågt värde.

Detta kan illustreras med en figur som beskriver relationen mellan sannolikheten av ett visst svar sett i relation till det fenomen eller egenskap som ett påstående ska mäta (eller en dimension).

På y-axeln visas sannolikheten för ett positivt svar (i detta fall en dikotom variabel) och på x-axeln den antagna, men dolda, egenskapen eller fenomenet (den latent dimensionen) bör relationen se ut som i figuren nedan.

¹⁴ I enkäten som mäter arbetssättet (Referensmodellen) har vi även tagit med ett vet ej alternativ, eftersom en del av respondenterna inte har kunskap om alla förhållanden som det formuleras påståenden om i enkäten. Detta kan naturligtvis medföra att på vissa frågor är det många som är osäkra och istället svarar med vet ej alternativet. Vår erfarenhet är att detta sker i undantagsfall och ger en intressant information. Det har dock nackdelen att svarsfrekvensen kan minska och att osäkerheten i svarens representativitet kan minska för vissa dimensioner.



Figur 12 Illustration av antagandet om en monoton funktion mellan sannolikheten för ett värde sett i relation till det latent värdet.

Denna relation behöver inte nödvändigtvis överensstämma med verkligheten, men det är ett teoretiskt begrepp för att beskriva antaganden bakom Likertskalan.

Det har naturligtvis stor betydelse vid formulering av påståenden, speciellt om man vill använda intervallskalar att inte t ex ett påstående vid ett högt latent värde kan anta ett lågt värde i mätningen, dvs anta samma värde som ett latent lågt värde skulle anta.

En annan viktig faktor i detta sammanhang är att ta hänsyn till olika former av snedvridning av resultat. Några av de viktigaste är t ex de socialt önskvärda svaren och inlärt svarsbeteende att svara på ett visst sätt oavsett om man är överens eller inte. Detta måste tas hänsyn till vid konstruktion av påståendena.

Konstruktionen av sk summerade skalar görs i ett antal steg (denna beskrivning är ytterst översiktlig – för en mer detaljerad beskrivning se [Spector 1994]):

1. Definiera koncept eller dimension som ska mätas.
2. Definiera hur dimensionen ska mätas i ett antal påståenden och bestämma intervallskala.
3. Pilottesta enkät på några personer genom t ex tala högt teknik för att korrigera oklara formuleringar.
4. Testa enkäten på ett urval av personer.
5. Analysera resultat, genom att titta på spridning, beräkna ett reliabilitetsmått på dimensionerna (Cronbach Alpha), gör eventuell faktoranalys.
6. Revidera enkät och frågor efter resultat i 5. Gör eventuellt en omdefinition av en dimension.
7. Testa reviderad enkät och analysera resultat tills en bra reliabilitet uppnåtts för dimensionerna.
8. Fortsätt sedan med att validera enkäten genom att välja någon eller några metoder för validering (se [Carmines and Zeller 1994] för exempel på sådana).
9. Etablera normer och jämförelsetal med t ex profiler för företag som enligt ett antal kriterier (externa i förhållande till den ursprungliga enkäten) varit framgångsrika produktutvecklare.

Denna procedur kräver både en teoretiskt bra förankrad modell, samt en hel del arbete med att konstruera och revidera enkäter så att de blir tillförlitliga och valida mätinstrument för de dimensioner som man avser att mäta.

Det är svårt att formulera bra påståenden som inte kan misstolkas, påståendena ska naturligt kunna besvaras med hjälp av en intervallskala och inte vara dikotoma till sin natur, påståendena måste rymmas inom den definition som man gjort, de får ej heller vara för lika vilket skulle ge ett för högt reliabilitetsmått, etc.

I detta arbete har för en tidigare version av referensmodellen och dess dimensioner uppnåtts punkt 7 i proceduren. Dock har en större revidering av referensmodellen gjorts efter detta med tillskott från empiriskt forskning som redovisas i kapitel 3, vilket gett dels nya dimensioner men också fördjupat redan befintliga. Den senaste referensmodellen har ännu inte fullt ut testats och utvärderats med avseende på reliabilitet.

Beräkning av inre konsistens (reliabilitet) i en mätning med Cronbach alpha

Reliabiliteten säger inget om man verkligen mäter det som avses att mätas, men man kan få ett mått på hur respondenterna uppfattar en dimensions inre konsistens. Vid upprepade mätningar på olika populationer kan man få en uppfattning hur pass reliabelt en dimension mäter ett visst fenomen. Ett mycket vanligt mått på reliabilitet vid denna typ av enkäter och mätningar är Cronbach- α . Nedan följer en beskrivning hur Cronbach α har beräknats.

Cronbach- α (Cronbach-alfa) är ett mått på intern konsistens inom en dimension (i vilken utsträckning de olika elementen inom en dimension korrelerar med varandra). Pekar de olika frågorna/påståendena på ett gemensamt fenomen? Värdet fås genom följande beräkning, förutsatt att man använder sig av en korrelationsmatris:

$$\alpha = N\rho / (1 + \rho(N - 1))$$

Formel 1 Beräkning av Cronbach- α .

N är antalet element i dimensionen och ρ är medelvärdet av de parvisa korrelationerna mellan de olika elementen inom dimensionen.

Värdet man får är ett tal mellan 0 och 1, där α representerar den inre konsistensen i dimensionen. Det säger t ex att om man har ett högt värde så tenderar man, om man svarat högt på ett visst påstående, att följa samma mönster på de andra påståenden jämfört med någon som svarade lägre på ett påstående.

Detta kan säga något om att elementen i en dimension hör samman i någon mening och att de har en inre konsistens. (Jämför även här med förutsättningarna för Likertskalor att det ska finnas ett monotont förhållande mellan latent värde och sannolikheten för ett visst svar.) Det är lättare att få ett högre värde då man har fler element med i dimensionen. Vid konstruktion av ett mätverktyg som ska användas kontinuerligt är ett Cronbach- α över 0,8 önskvärt. Se vidare: [Carmines and Zeller 1994].

Genom att konstruera en enkät utifrån de definierande dimensionerna och använda korrelationsmatriser och beräkning av Cronbach α kan man kritiskt granska en dimensions frågor. Ett exempel från arbetet med utvecklingen av mätinstrumentet kan illustrera metoden.

Nedan finns en tidig version av dimensionen kravhantering (innehållet i dimensionen och frågorna utelämnas här). Vid en första beräkning från en mätning erhöles följande korrelationsmatris och värde på Cronbach- α .

Kravhantering							
	KF05	KF07	KF08	KF09	KF11	KF14	ML01
KF05		0,40	0,45	0,31	0,54	0,33	0,40
KF07	0,40		0,21	0,49	0,48	0,58	0,48
KF08	0,45	0,21		0,19	0,28	0,08	0,34
KF09	0,31	0,49	0,19		0,36	0,64	0,53
KF11	0,54	0,48	0,28	0,36		0,31	0,37
KF14	0,33	0,58	0,08	0,64	0,31		0,56
ML01	0,40	0,48	0,34	0,53	0,37	0,56	
	0,40	0,44	0,26	0,42	0,39	0,42	0,45
Dim	7,00						
Alpha	0,82						

Tabell 6 Korrelationsmatris och beräkning av Cronbach- α för kravhantering i en mätning.

I denna första version är Cronbach- α relativt högt. Men det är 7 element i dimensionen. Anta att man vill minska antalet element i dimensionen utan att Cronbach- α minskar. Frågan är, kan vi ta bort några element som drar ned Cronbach- α utan att definitionens innehåll försvagas? Element KF08 har den lägsta medelkorrelationen av alla element. Vad händer om vi tar bort det elementet? Hur påverkar det dimensionen? Är det möjligt att ta bort den? Om det är det kan vi efter nya beräkningar (även utifrån andra mätdata) komma fram till en ny matris och ett nytt värde på Cronbach- α enligt nedan:

Kravhantering						
	KF05	KF07	KF09	KF11	KF14	ML01
KF05		0,40	0,31	0,54	0,33	0,40
KF07	0,40		0,49	0,48	0,58	0,48
KF09	0,31	0,49		0,36	0,64	0,53
KF11	0,54	0,48	0,36		0,31	0,37
KF14	0,33	0,58	0,64	0,31		0,56
ML01	0,40	0,48	0,53	0,37	0,56	
	0,40	0,49	0,47	0,41	0,49	0,47
Dim	6,00					
Alpha	0,83					

Tabell 7 Korrelationsmatris efter att KF08 tagits bort.

Detta kan illustrera den metodik som man kan använda för att finslipa och analysera en enkät för att höja den interna konsistensen, reliabiliteten för en enkät. Det är en iteration mellan definition av dimension, dess operationalisering i element (påståenden), analys av mätdata (standardavvikelse, svarsfrekvens) och korrelationsanalys och beräkning av dess reliabilitet.

För mer information om detta arbetssätt se [Spector 1994]. Fler analyser kan göras som t ex faktoranalys.

Detta arbetssätt har använts för att operationalisera dimensionerna för enkäten i version 3 och 4 genom att analysera mätdata från två mätningar i företaget.

6.4 Reliabilitet i mätningar med formuläret arbetsätt

Ett antal olika versioner av frågeformuläret arbetsätt har utvecklats. Till viss del har även referensmodellen ändrats och utvecklats. I mätningar på två företag (för en redovisning av dessa mätningar se 6.5.1 och 6.5.2) har version 3 på formuläret använts.

På dessa mätningar med 77 respektive 46 svar har det gjorts beräkningar av reliabiliteten med hjälp av Cronbach- α för de ingående dimensionerna. Formuläret bestod av 100 påståenden med samma skala som redovisats tidigare samt med ett vet ej alternativ.

Dimensionerna i version 3 (och version 4) var kortfattat definierad enligt följande:

Användbarhet

En användbar produkt är lämpad för de personer som ska använda produkten, för den uppgift som den ska användas till och för det sammanhang produkten användas i.

Metoder och arbetsätt finns och används i stor utsträckning för att förbättra en produkts användbarhet:

- fälttester och utvärdering av användbarhet av utvecklare och experter
- integrering i kravspecifikationsarbetet
- mätning av användningen av produkten görs
- mätning av effekter av förbättrad användbarhet görs
- metoder för att förbättra användbarhet används i alla faser av ett utvecklingsprojekt
- det finns en speciellt grupp som specialiserar sig på användbarhetsfrågor

Interaktiv kommunikation

Kommunikationen i projekt och i organisationen kännetecknas av:

- stor öppenhet
- gränsöverskridande mellan organisatoriska enheter
- vilja att lära av varandra (över yrkesgränser)
- vilja att lämna från sig delresultat successivt
- ett gott grepp om status på information
- tidig samverkan och koordinering
- strävan efter hög grad av samtidighet mellan beroende aktiviteter

Kravhantering

Kravhanteringen kännetecknas av:

- projektmedlemmar har god uppfattning om kraven på produkten och i vilket sammanhang den används
- rutiner finns för att hantera förändrade krav
- förmåga till flexibilitet för att integrera även sena kundkrav i produkten
- hög tillgänglighet till krav i projekt
- viktiga konstruktionsbeslut dokumenteras och man håller reda på hur krav realiseras

LIVSCYKELPERSPEKTIV

Ett livscykelperspektiv kännetecknas av:

- livscykelperspektivet präglar utvecklingsarbetet
- kunskap om produktion, distribution, användning, vidareutveckling, underhåll och avveckling påverkar produktens utformning
- livscykelperspektivet är grundvalen för ekonomiska överväganden i produktutformningen (underhålls- och totala livscykelkostnader beräknas)
- större omarbetningar undviks i slutet av ett projekt
- få produkter behöver "rättas" till för att fungera sedan de tagits i bruk
- fel i produkt vid användning mäts och följs upp

MÖTEEFFEKTIVITET OCH SAMVERKAN

Möteseffektivitet och samverkan kännetecknas av:

- att möten är välförberedda, beslut är klara för alla som deltar, beslut behöver ej tas om
- alla uppmuntras att delta, man lyssnar till varandra
- samstämmiga beslut eftersträvas
- det finns en vilja till samverkan i arbetsgruppen och en identifikation med gruppen
- personal deltar i sättande av mål för projekt och arbetsgrupper vilket uppmuntras av chefer

PROCESSUTVECKLING

En process är samling aktiviteter/moment som behövs för att utföra en uppgift. En processbeskrivning är en beskrivning av de olika aktiviteter/moment som ingår i utvecklingen av en produkt/tjänst. Processutveckling innebär en förbättring/utveckling av aktiviteter/moment som ingår i en process samt av de beskrivningar som finns av dessa.

Processutveckling kännetecknas av:

- det finns dokumenterade processer över hela livscykeln
- det finns klara riktlinjer för situationsberoende tillämpning
- de dokumenterade processerna är lätt åtkomliga för alla som deltar i ett utvecklingsprojekt
- förbättring av processer görs genom mätningar, analys, beräkning av effekter och vidtagande av åtgärder (preventiva eller post-factum).
- mycket arbete läggs ned på att förbättra processerna, en plan finns för detta

PROJEKTBEFOGENHET

Projektbefogenhet kännetecknas av:

- att projekten har stora befogenheter att förfoga över resurser och skaffa sig den kompetens de behöver internt såväl som externt
- att projekten har tillräckliga befogenheter så att beslut inte onödigtvis skjuts uppåt utan kan beslutas direkt i projektet
- att linje organisationens främsta uppgift att förse projekten med kompetens och resurser
- att projektledaren är mycket ute på fältet
- att projektledaren får ett effektivt stöd av en tung styrgrupp
- att ansvarsfördelningen i projekt är tydlig
- att projektledaren fattar de viktiga besluten om produktens utformning

KUND/MARKNADSFOKUS

Kund och marknadsfokus kännetecknas av:

- att det finns ett aktivt sökande efter nya marknader och behov
- en bevakning av kundens situation
- bevakning av konkurrenters produkter
- utvärdering av egna produkters användning.

PARTNERSKAP

Partnerskap kännetecknas av:

- att det finns ett utvecklat partnerskap mellan kund/leverantör/underleverantör, (långsiktighet, förtroende)
- underleverantörer är ofta och aktivt involverade i utvecklingsprocessen

TEAMFOCUS

Teamfocus kännetecknas av:

- utbildning sker i att arbeta effektivare i arbetsgrupp
- arbetsgruppens sätt att fungera liksom möten utvärderas regelbundet
- tvärfunktionella arbetsgrupper spelar en viktig roll i utvecklingsarbetet
- en tvärfunktionell arbetsgrupp utgör projektets kärna

Sammanställning av beräknat Cronbach- α för dimensionerna

Dimension	Antal element	Företag A	Företag B
Användbarhet	14	0,90	0,89
Interaktiv kommunikation	9	0,84	0,79
Kravhantering	7	0,82	0,72
Livscykelperspektiv	10	0,81	0,76
Möte/samverkan	9	0,62	0,82
Processutveckling	12	0,90	0,88
Projektbefogenhet	10	0,83	0,77
Kund/Marknadsfokus	3	0,62	0,40
Partnerskap	3	0,60	0,61
Teamfocus	5	0,78	0,70
Totalt	82		

Som framgår av denna sammanställning så finns det en god reliabilitet för de flesta dimensionerna utom Möte/samverkan, Kund/Marknadsfokus samt Partnerskap. Dessa dimensioner förutom Möte/samverkan har enbart tre element vilket kan bidra till det relativt låga värdet.

För Möte/samverkan dimensionen är det nödvändigt att se över definitionen av dimensionen och de ingående elementen i den. I den senaste versionen av referensmodellen finns inte denna dimension med i dess tidigare form utan ingår i andra dimensioner som intern och extern kommunikation.

Kund/marknadsfokus har visat sig svårt att definiera på ett bra sätt, samt att det inte funnits så mycket belägg i litteraturen. Kund/marknadsfokus har därför tills vidare utelämnats i den senaste versionen av referensmodellen.

Dimensionen Partnerskap har ytterligare definierats och preciserats och nya element har tillförts i version 4 av formuläret. Formulär version 4 har dock ej provats samt att de bygger på en tidigare referensmodell innebär att det inte heller är aktuellt att utveckla denna version ytterligare och testa den i ett nytt formulär.

De förändringar som gjorts i version 4 kommer att införas i en ny version av formuläret som motsvarar den nya versionen av referensmodellen.

Det är en svårighet i denna typ av forskning att ju mer man utvecklar ett instrument och får en bättre teoretisk och praktisk förståelse av problemet, ju mer vill man ändra på referensmodell och ingående elementen och formulär som ska mäta dimensionerna.

En annan svårighet och begränsning i formuläret för version 3 är att vissa dimensioner har väldigt många frågor, vilket gör det lättare att få ett högt värde för reliabiliteten, samtidigt som det kräver mycket mer möda för de som ska svara på formuläret. I nästa version av formuläret (som behöver utvecklas) måste detta tas med i beräkningen, med målet att komma ned i 5 frågor per dimension, om så är möjligt. Man måste då också betänka att en del dimensioner är mer heterogena än andra och kanske behöver fler element för att definiera dimensionen.

En slutsats från de gjorda mätningar är att vissa dimensioner är stabila och stämmer överens med utveckling av referensmodellen.

Dessa dimensioner är:

Partnerskap
Projektbefogenhet
Processutveckling
Livscykelperspektiv
Kravhantering
Användbarhet
Tvärfunktionellt teamfocus (Tidigare Teamfocus)
Interaktiv kommunikation har blivit benämnd integrerad problemlösning.
Möteseffektivitet och samverkan motsvarar två dimensioner: intern och extern kommunikation

I referensmodellen som den redovisats mer utförligt i denna rapport i kapitel 5 finns de flesta dimensionerna från tidigare mätningar med men med vissa modifikationer och utvidgningar i definitioner.

Dimensionen kund/marknadsfokus har tagits bort därför att den hittills har varit alltför svagt underbyggd teoretiskt. Detta innebär även en avgränsning av den process vi vill mäta till att inte omfatta aspekter som är mer relaterad till marknadssidans aktiviteter. Dessa aspekter är förvisso ytterst viktiga för företaget och dess produktutveckling, men i detta sammanhang och i sin nuvarande form så får den utgå ur referensmodellen.

Till referensmodellen har tillkommit en helt ny dimension, produktstruktur. Denna dimension finns inte heller med i RACE (se kap 7). I rapporter från [Graaf 1995; Graaf and Sol 1994] som studerat och värderat RACE i europeiska företag, nämner man bland annat att företagen saknat denna dimension, som de ansåg vara väsentlig för deras produktutveckling.

De dimensioner som finns i den nya referensmodellen som inte är reliabilitetsprovade är alltså inalles tre: Effektiv intern kommunikation, utvecklad extern kommunikation samt produktstruktur.

För att utveckla ett färdig utvärderingsinstrument återstår alltså att reliabilitetspröva dessa dimensioner, men framförallt genomföra en validering av formuläret gentemot externa kriterier för framgångsrik produktutveckling.

Den metod som används för att utveckla en referensmodell med dess operationalisering i ett formulär har varit iterativ. En ideal modell för dessa skulle naturligtvis vara att först skapa en väl underbyggd teoretisk modell som sedan reliabilitetstestas. Men på grund av komplexiteten i frågeställningen och att det inte finns en helt etablerad modell för faktorer för en framgångsrik produktutveckling (även om det finns en ansats till detta i den referensmodell som beskrivs i slutet av kapitel 3) har detta varit svårt att genomföra.

Istället har en iterativ ansats använts som inneburit att en modell tagits fram så långt det varit möjligt, sedan har denna modell operationaliserats i ett formulär som har prövats på två företag. Genom en analys av dessa svar har en ny referensmodell vuxit fram som till stora delar behållit den ursprungliga strukturen.

Det viktigaste bidraget har alltså varit att ta fram en referensmodell och presentera en operationalisering som åtminstone till 2/3 har reliabilitetsprovats. Återstår en komplettering av de nya dimensionerna och ytterligare reliabilitetstester innan en validering bör göras. Men det grundläggande arbetet är gjort för en fullständig reliabilitets- och validitetsprovning. Detta faller dock utom ramen för detta arbete.

6.5 Sammanfattning av erfarenheter från mätningar i tre företag

Genom att genomföra mätningar på tre företag har det varit möjligt att göra tester av reliabilitet för mätinstrumentet mellan olika mätningar. Eftersom mätningarna har ingått i en faktisk förändringsprocess har det varit möjligt att samtidigt prova en metodik för att genomföra en kedja av arbetssteg från definition av mål med mätningen till återrapportering av resultat till organisation med förslag till förbättringsåtgärder.

Ett enklare förfarande hade varit att enbart göra en test av formulär utan att det ingick i en realistisk förändringssituation. Men då skulle inte erfarenheter från mätning som ett led i en processförbättring kunna dras. Dessutom har en intensiv feedback från personalen i organisationen gett möjlighet att pröva bärigheten och relevansen i formulärets frågor och de dimensioner som ingår i analysen av arbets sättet.

6.5.1 Det koncerngemensamma databolaget

I den koncerngemensamma databolaget pågick ett kvalitetsförbättringsprojekt. För organisationen hade utvärderingen som syfte att ge indikationer på möjliga förbättringsområden. Antalet anställda på bolaget var 200 varav 150 i huvudsak sysslade med utveckling, från verksamhetsutveckling, systemutveckling, projektstyrning, till underhåll och drift.

Från en nettopopulation gjordes ett stratifierat slumpmässigt urval med 77 individer. Strata var underavdelningar som antingen var funktionellt orienterade eller omkring en speciell produkt. Ett antal bakgrundsvariabler valdes i samråd med projektledaren för kvalitetsprojektet, som kön, anställningstid, utbildningsnivå och arbetsfunktion.

Frågeformuläret besvarades anonymt med en garanterad konfidentialitet. Formuläret innehöll totalt 185 påståenden och tog mellan 25 till 50 minuter att avsluta. Tre olika formulär användes, arbets sätt, innovativt klimat samt organisationskultur.

Eftersom formuläret som handlade om arbets sätt prövades för första gången gjordes två skilda högt tester där personer försökte fylla i ett formulär samtidigt som en forskare satt bredvid och bad dem att högt tala om vad de tänkte på när den fyllde i formuläret och om det var något som var oklart. Utifrån denna test modifierades sedan delar av formuläret.

Svaren lämnades i majoriteten av fallen på företagen i ett speciellt rum vid planerade tidpunkter. En liten del sändes ut per internpost.

Antalet svar var 74 av 77 efter en påminnelse till gruppen som fick den via interna posten. Bortfallet berodde på sjukdom, barnledighet, m m.

Efter kodning vidtog en statistisk bearbetning samt en noggrann analys med ansvarig för kvalitetsprojektet. På så sätt var det möjligt att i detalj gå igenom resultatet och dess validitet för projektledaren som väl kände till verksamhetens olika delar. Den reflektion som gjordes av projektledare var att det fanns ett oerhört rikt material för att analysera verksamheten. I de allra flesta fallen kunde vi finna en orsak till ett högt eller lågt värde eller ett avvikande värde för någon variabel eller avdelning.

Efter denna noggranna genomgång gjordes en slutrapport som innehöll iakttagelser och förslag till åtgärder.

Efter denna analys presenterades resultatet i tre olika fora: först till en styrgrupp för kvalitetsprojektet, sedan till ledningsgruppen och sedan till en större grupp av chefer, projekt och gruppleadare, samt även till en specifik avdelning som begärde det.

Under dessa presentationer gavs möjligheter till att reagera och göra kommentarer till resultatet och konfirmera eller motsäga eventuella tolkningar och resultat.

Resultatet från denna mätning gav ett omfattande material till organisationen att arbeta vidare med. Resultatet redovisar i huvuddrag i en rapport som presenterades på Concurrent Engineering 95, i McLean Virginia USA [Bergman and Öhlund 1995].

En hel del erfarenheter drogs för vidareutvecklingen av en procedur för att genomföra denna typ av mätning i utvecklingsarbetet. Dessa erfarenheter finns sammanfattade i en beskrivning av arbetssteg vid mätning i ett företag, avsnitt 6.6.

6.5.2 Den interna produktutvecklingsenheten

Denna organisation var en enhet som ansvarade för att hantera och ta fram försäkringstjänster som kräver ett väl utvecklat IT-stöd för att fungera på ett effektivt sätt. IT-verksamheten hade decentraliserats på de olika produktområdena. På den aktuella organisatoriska enheten fanns personal som sysslade med utformning av försäkringar

till utvecklare och systemförvaltare av de IT-system som skulle stödja och hantera försäkringarna. Utvecklingsenheten höll på att utveckla en ny verksamhetsplan och ville få in förslag på åtgärder som skulle kunna inkorporeras i denna plan.

I detta fall bestämdes att samtlig utvecklingspersonal på enheten (inklusive de som enbart sysslade med försäkringar och inte programvaruutveckling men som ingick i produktutvecklingskedjan) skulle delta, inalles 51 personer.

En analysgrupp utsågs i samråd med chefen för utvecklingsenheten. Kriterierna för val av medlemmar i analysgruppen var att de dels skulle representera organisationens olika personalgrupper, dels att de var kunniga om verksamheten, samt sist men inte minst hade en trovärdighet i organisationen.

Analysgruppen bestod av 6 personer. En särskild uppsättning frågor konstruerades avseende bakgrundsvariabler: befattning, anställningstid, utbildningsnivå, ålder, kön. Ett avtal som reglerade konfidentialitet, anonymitet samt äganderätten till data skrevs mellan organisationen och SISU.

Huvuddelen av respondenterna kallades till att boka tid för att i särskild lokal besvara frågorna. 4 st bortföll från urvalet p g a sjukdom, nyanställning eller barnledighet. Av 47 st fick vi 46 avgivna och användbara svar. Åtgärden med bokad tid i särskild lokal förefaller ha kraftigt bidragit till den höga svarsfrekvensen.

Första bearbetningssteget syftade till att ta fram material för redovisning till analysgruppen. Här använde vi grundstatistik som medelvärden, spridning samt svarsfrekvenser. Nedbrytning av resultat på befattningar, mm, gav intressanta och tolkbara resultat. Både diagram och tabeller kom till nytta för detta.

Analysgruppen arbetade i två dagar med att analysera materialet. I detta arbete använde man SISU Studio som har en stor backprojicerande skärm. På detta sätt kunde analysgruppen tillsammans med två forskare från SISU lotsa sig fram i det statistiska materialet på ett interaktivt sätt genom att använda statistikprogramvaran Statview.

På ena delen av skärmen visades statistik som interaktivt kunde tas fram mot olika bakgrundsvariabler och enheter, på den andra sidan var ett ordbehandlingsprogram igång innehållande färdiga rubriker för en slutrapport. Underhand som man gick igenom det statistiska materialet skrevs samtidigt ned iakttagelser som man såg i materialet så som det tolkades av medlemmarna i analysgruppen. Underhand som olika förslag till åtgärder kom upp antecknades de i rapporten.

Vid slutet av den andra dagen samlades de olika åtgärderna ihop och kategoriserades och analysgruppens deltagare ombads var och en att rangordna de olika åtgärderna. Sedan rangordnades åtgärderna efter den rankning de fått i hela analysgruppen. Ett första utkast till slutrapport kunde deltagarna ta med sig från de två analysdagarna. Sedan gjordes en genomgång av rapporten på hemmaplan i analysgruppen där vissa ändringar gjordes till rapporten.

Rapporten gick sedan igenom med chefen på enheten tillsammans med analysgruppen och forskare på SISU. Slutrapporten gav ett mycket rikt material för enheten att jobba vidare med för att inkorporera i verksamhetsplanen.

Efter denna rapportering för chefen på enheten gjordes en rapportering av resultatet för alla i personalen av forskare på SISU.

Erfarenheterna med arbetet i analysgruppen är mycket goda liksom att använda projektionsteknik med LCD projektorer för att effektivt kunna arbeta med en analysgrupp med samtidig analys och dokumentering.

Med en rätt sammansatt analysgrupp finns den en enorm kunskapspotential att ösa ur om verksamheten och förslag till åtgärder. Mätinstrumentens funktion blir att fokusera på viktiga aspekter i utvecklingsarbetet och ge en systematik i analysen av verksamheten. De syftar också till att ge namn på fenomen som ibland är svåra att fånga i ord. Detta gäller speciellt klimat och kultur. De kan ge ett språk att tala om sådana svårgräpbara fenomen som klimat och kultur. Förutom att ge en mer objektiv bild av

situationen i verksamheten är formulären tillsammans ett utmärkt verktyg för att göra en genomgripande verksamhetsanalys.

En annan fördel är att metoden är effektiv. Mycket insikter kan fås på ett snabbt och effektivt sätt. Kvaliteten är hög på resultatet, det har även en systematik som en mer förutsättningslös verksamhetsanalys inte har.

En annan fördel är att man kan följa upp ett år senare och värdera om åtgärder har gett resultat och om situationen har förändrats i något annat avseende som inte direkt beror på någon åtgärd.

En återkommande användning av ett sådan verktyg kan också ge en begreppsapparat som kan användas för att beskriva och diskutera olika aspekter i utvecklingsarbetet.

Arbetet i analysgruppen gav mycket material för att avgöra hur man i en verksamhet uppfattar de olika dimensionerna. En slutsats som sedan har ändrats i den omstrukturering av frågeformuläret som användes i detta fall var att minska antalet dimensioner i formuläret om arbetssätt från 18 dimensioner till 10 st. Detta underlättade analysen, speciellt som de 18 dimensionerna som användes i det föregående fallet i en hel del fall var överlappande.

Genom att hela frågeformulärets resultat har analyserats i analysgruppen har man verifierat användbarhet, begriplighet och möjlighet att nyttja resultaten som underlag för att diskutera/föreslå åtgärder i den berörda organisationen. Ett huvudsyfte med framtagningen av formuläret är ju att kunna använda det som hjälpmedel i processförbättring när det gäller utvecklingsarbetet.

6.5.3 Intranätmätning av klimat och kultur

En mätning av det innovativa klimatet och organisationskulturen har gjorts (under maj 1996) på en forsknings- och utvecklingsorganisation. Det unika med denna mätning är att den gjorts helt och hållet på ett s k intranät med hjälp av WWW-baserade enkäter. Enkäterna har tagits fram med hjälp av ett verktyg WISE (Web Interactive Survey Engine) som konstruerats av SISU för ett annat projekt för att mäta den yrkesmässiga användningen av internet i Sverige. [Ahlsén, Segerberg et al 1996]

Med hjälp av WISE kan man konstruera dynamiskt genererade enkäter. Det har bland annat följande fördelar:

- sidorienterad presentation av enkätfrågor vilket underlättar ifyllande och minskar risken för fel eller missar,
- aktiv kontroll av varje sida som fylls i som gör att icke ifyllda svar eller felaktigt ifyllda svar omedelbart uppmärksammas och korrigeras,
- den som fyller i enkäten har möjlighet att veta hur mycket som är kvar av enkäten genom en s k progressmätare,
- det finns möjlighet till förgrenade frågor (styrda av svar och regler), vilket kan minska komplexiteten i enkäter avsevärt.

I samråd med ledningen beslutades att alla skulle delta i undersökningen. Ett antal bakgrundsvariabler definierades. Mätningen och återrapportering till personal gjordes inom en vecka:

1. På fredagen informerades personalen om att det skulle göras en undersökning av klimat och kultur över intranät. Man fick 3 dagar på sig att fylla i enkäten, måndag-onsdag. Personalen informeras hur den kunde göra svaren anonyma, bland annat genom att använda en proxy-server eller använda varandras eller gemensamma datorer.
2. Ifyllande av enkäterna görs måndag till onsdag. När man svarat skickar man epost till de ansvariga. De som inte fyllt i på onsdagen får en påminnelse via epost. Totalt svarar 35 personer med två personers bortfall p g a sjukdom och resa.

3. På torsdagen genereras statistik och grafer genom att starta ett program. Grafer genereras för publicering på den interna WEB-servern. Diskussioner sker samma dag med ledningen om resultatet.
4. På fredagen publiceras resultatet på intranätet. En presentation för hela personalen görs med hjälp av graferna på intranätet.

Synpunkter från de som fyllt i enkäterna har inhämtats via epost. De kan sammanfattas som följer:

- det var roligt att fylla i enkäten
- det var lätt att fylla i den
- det gick snabbt

Förutom dessa fanns det uppenbart andra fördelar:

- snabb feedback på resultat. När det gäller mätningar av denna typ kan det dröja ganska lång tid innan personalen får tillbaka resultatet. Detta kan naturligtvis påverka motivation och snabbhet i förändringsarbetet.
- volymokänslighet. Här finns det uppenbara skalfördelar.
- oberoende av geografisk placering när det gäller insamling och spridning av resultat. Anställa i andra regioner kunde delta i datainsamling och snabbt ta del av resultat via intranätet.

En utveckling av dessa frågor och ytterligare erfarenheterna från denna mätning och andra mätningar och prototyper redovisas i en specifik rapport [Bergman, Rexed et al 1997].

6.6 Arbetssteg vid en mätning i ett företag

Genom de erfarenheter som dragits från två "skarpa" mätningar har det tagits fram en arbetsgång som kan dra nytta av mätresultatet och återföra det till organisationen i form av analys och förslag till åtgärder.

Analys av viktiga mål för utvecklingsarbetet

En sak som ofta försummas men som måste betonas starkt är behovet av att analysera syftet med mätningen och om det är möjligt att formulera ett övergripande mål med förbättring av utvecklingsarbetet.

Om det senare inte är möjligt i detta skede, bör det vara ett resultat av analysen att formulera ett övergripande mål.

Det finns en risk om man inte formulerar ett mål med utvecklingsarbetet att analysen och de iakttagelser man gör inte fokuserar på de relevanta delarna av verksamheten. Det är viktigt för att ge en analysgrupp klara och tydliga mandat och direktiv. Ett minimum är att formulera ett syfte med mätningen.

Sedan är det viktigt att man inte gör en mätning om man inte är beredd att göra något åt situationen, speciellt om man skulle upptäcka allvarliga brister. Om man inte åtgärdar finns det en stor risk att arbetssituationen och speciellt arbetsklimatet kan försämrars. Sedan blir det mycket svårare att motivera deltagare att svara i kommande enkäter, med sämre svars kvalitet som följd.

Enkäter som mätinstrument får inte missbrukas som ett medel att skyla över att man inte är beredd att göra något i praktiken. Är man inte beredd att ta konsekvenserna av ett mätresultat ska man inte göra någon mätning. Så det är oerhört viktigt att veta varför man vill mäta, vilken del av organisationen man vill mäta, och vad man ska göra med resultatet.

Mottagare av information, anonymitet och konfidentialitet

Hur man presenterar resultatet är också viktigt att klargöra. I samband med detta är det viktigt att utse en beställare som ska ta emot och förvalta resultatet. Ett lämpligt

sätt att reglera detta kan vara genom att skriva ett kontrakt med beställaren som reglerar anonymitet, nyttjande av resultat för organisationen och eventuellt för forskning.

Det finns nämligen en risk att en del av organisationen, speciellt chefer för avdelningar där man upptäcker brister i organisation eller arbetsklimat vill dölja att informationen sprids vidare till ledningsgruppen.

För att hantera en sådan situation får det inte vara oklart vem som är beställaren av resultatet och hur man ska avgöra vad som ska presenteras till olika delar av organisationen.

Det är t ex viktigt att diskutera om man ska jämföra olika delar av organisationen och presentera detta resultat, eller om varje del av organisationen ska kunna ta del av sitt resultat jämfört med något medelvärde.

När det gäller frågan om anonymitet och konfidentialitet måste även detta regleras. Ibland kan det vara en fördel om någon utomstående organisation eller konsult förvaltar data och garanterar konfidentialitet och anonymitet. Detta är beroende på vilken kultur man har.

Det är oerhört viktigt att inte någon person kan identifieras om det gäller känsliga uppgifter. De som fyller i enkäten måste ha full tillit och känna att det är meningsfullt för dem att delta, att de får något tillbaka.

Urval

I de fall organisationen omfattar fler än 50 personer kan det vara klokt att göra ett slumpmässigt urval för att minska belastningen på organisationen. Om organisationen är mindre än 50 personer bör alla delta i ifyllandet av frågeformulär. Urvalet bör omfatta de som har kunskap om och arbetar med produkt- och tjänsteutveckling i organisationen.

Nyanställda bör undantas. Urvalet görs i samverkan mellan forskare på SISU och beställare.

I samband med bestämmande av urval måste man också bestämma vilka bakgrundsvariabler som är intressanta i det aktuella fallet. Man måste se till att det inte blir för små celler i redovisningen som kan röja anonymiteten för någon som ska svara på formuläret.

Tidsåtgång

Tidsåtgång för ifyllande av frågeformulär varierar mellan 25-50 minuter. Den större delen av deltagarna bör fylla i formuläret på förutbestämd plats och tid. En mindre del kan skickas ut per internpost. Detta gäller naturligtvis enbart om man har ett pappersbaserat formulär.

Analys och bearbetning

För att dra största möjliga nytta av utvärderingen utses en analysgrupp på 2-6 personer, som tillsammans med eventuell konsult eller projektledare/analytiker analyserar materialet och som kan föreslå olika åtgärder.

Detta görs i t ex ett tvådagars seminarium som resulterar i en slutrapport med iakttagelser och förslag till prioriterade åtgärder. Detta kan snabba upp arbetet och fokusera en grupp.

Analysgruppen ska ha god kunskap om verksamheten, gärna spegla olika delar av den mätta organisationen samt ha en hög trovärdighet gentemot de anställda, vilket ger tyngd åt deras analys och förslag till åtgärder. Det är viktigt att analysgruppen får klara direktiv och mandat.

Presentation

Presentation av materialet görs av antingen eventuell anlitad konsult, projektledare eller någon/några i analysgruppen inför valda församling, t ex ledningsgrupp,

styrgrupp för förändringsprojekt, för deltagarna på ett seminarium, eller kanske på ett personalmöte/informationsmöte.

Det är viktigt att ge en bra feedback till de som svarat och ge utrymme för att diskutera och reflektera hos personalen. På så sätt kan man utnyttja personalens kunskap om verksamheten och få viktig information.

Eventuella problem bör man ha sorterat ut innan man gör en presentation för personalen, liksom det är viktigt att kunna presentera vad man vill göra åt den nuvarande situationen, eller hur ett handlingsprogram ska tas fram.

7. Jämförelse med andra angreppssätt

7.1 Avgränsning av olika utvärderingsmetoder

Ett budskap som återkommer i olika ansatser för processförbättring är att det är nödvändigt veta var man står för att bestämma vart man vill ska gå. Att bestämma nuläget kan man göra med s k utvärderingsverktyg (s k assessment tools).

Det verktyg som denna rapport beskriver framväxten av, Prodevo, är endast ett av verktygen som finns. Prodevo var initialt ett resultat av en undersökning och försök att översätta och anpassa ett utvärderingsinstrument, RACE (Readiness Assessment for Concurrent Engineering) till programvaruutveckling och svenska förhållanden.

RACE har utvecklats av CERC i projektet DICE (Darpa Initiative in Concurrent Engineering) [CERC 1992], [CERC 1993], [Karandikar, Fotta et al 1993].

RACE var 1994, det enda utvärderingsverktyg som projektet kände till som var framtaget för att utvärdera produktutvecklingsprocessen generellt och mot en modell som sammanfattade mycket av de nya arbetsätten i produktutvecklingen, Concurrent Engineering.

Andra s k assessment verktyg existerade, speciellt inom området systemutveckling, som det dominerande CMM (Capability Maturity Model). Även olika slag av kvalitetsutmärkelser (som t ex Malcom Baldrige Quality Award – Se <http://www.quality.nist.gov/> för information) har delar som är direkta assessmentverktyg för produktutveckling.

I detta kapitel beskrivs kortfattat två utvärderingsverktyg (inte de som kommer från kvalitetsområdet) som har som ansats att värdera grad av införande av Concurrent Engineering.

Andra utvärderingsverktyg som CMM, Bootstrap m m, som främst värderar systemutvecklingsprocessen utifrån en mognadsmodell för olika grader av processkontroll har inte tagits med, eftersom de inte innehåller eller behandlar generellt de faktorer som bidrar till en effektiv produktutveckling, utan fokuserar på grad av processkontroll, främst ur ett kvalitetsperspektiv. De härstammar från kvalitetsområdet, och det finns starka kopplingar till ISO-9000. CMM utvecklades ursprungligen för att bedöma underleverantörer.

Grad av processkontroll är viktigt för styrbarhet, förutsägbarhet samt kvalitet, men det säger ingenting om inre eller yttre effektivitet. Processkontroll handlar inte om processens allmänna kännetecken, den föreskriver inget speciellt arbetsätt framför något annat. Det handlar inte om processens innehåll utan om dess kontroll.

Med andra ord kan man ha en god kontroll på en ineffektiv process likväl som en effektiv process. Den säger ingenting om processens ändamålsenlighet för verksamheten.

Av detta följer att dessa ansatser inte är jämförbara eftersom de har olika syften. Syftet med den här presenterade referensmodellen är att definiera och mäta viktiga faktorer i arbetsätt som kännetecknar en framgångsrik produktframtagare, inte att definiera och mäta viktiga kännetecken i en process som definierar en viss grad av processkontroll från oordnad till optimerad.

För en genomgång av olika utvärderingsmodeller i denna skola se t ex [Verkstadsindustrier and Q-labs 1995].

7.2 RACE (Readiness Assessment for Concurrent Engineering) – Ett instrument för utvärdering av process och teknik för Concurrent Engineering

RACE har tre olika inspirationskällor: CMM, Carter och Malcom Baldrige Award.

Från CMM har man hämtat mognadsmodellen (se nedan) och hur de olika mognadsnivåerna beräknas. Carter och Malcom Baldrige Award har bidragit med flera av faktorerna som RACE innehåller.

RACE omfattar ett antal faktorer som täcker **processen** för Concurrent Engineering (CE), men också ett antal faktorer som karakteriserar teknik, huvudsakligen **datorstödd teknik för CE**.

RACE – en mognadsmodell för process och teknik för Concurrent Engineering

RACE innehåller en processdel och en tekniskdel med motsvarande frågeformulär för vardera. Processdelen i RACE innehåller en mognadsmodell med olika grad av förmåga till Concurrent Engineering. Processdelen i RACE har precis som CMM 5 st nivåer:

- Ad hoc
- Uppreppningsbar
- Karakteriserad
- Styrd
- Optimerad

Man har samma definition av dessa nivåer som CMM. Dock menar man inte att det alltid är önskvärt att ha högsta nivån på alla faktorer, utan att ett företag mycket väl kan vara på en låg nivå i något avseende och ändå vara effektivt som produktutvecklare och att det passar bättre för det företagets situation och mål.

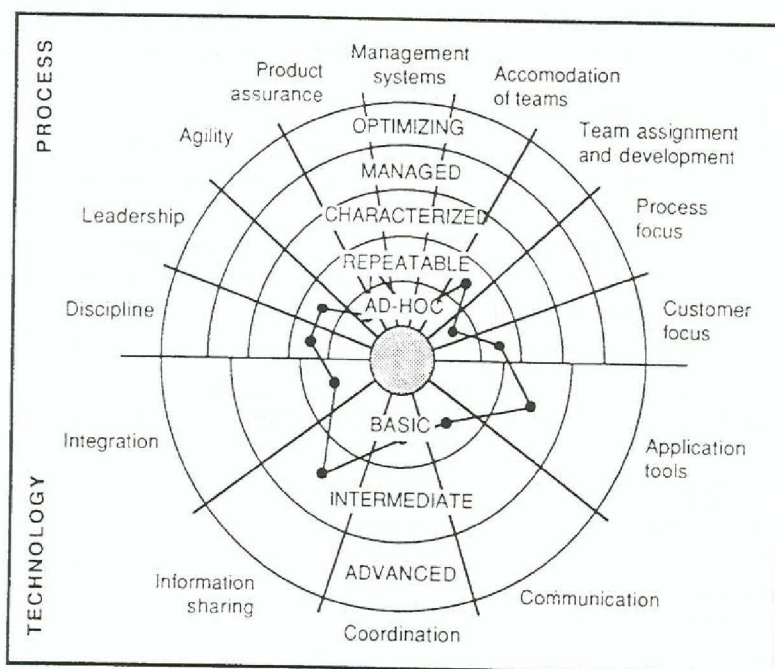


Figure 1 – CE Assessment Diagram

Figur 13 Figuren, som är hämtad från [Karandikar, 1993 #20], sammanfattar resultatet från en mätning med RACE.

För den nedre halvan av Kiviatdiagrammet finns det tre stycken mognadsnivåer för varje faktor; *basic*, *intermediate*, och *advanced*.

Genom att ställa ett antal frågor med ja och nej alternativ (samt inte applicerbart eller vet ej) summeras sedan svaren för att hamna på en viss nivå beroende på hur många ja svar man har. Dessa nivåer finns definierade i RACE.

I Utvärderingsrapporten av RACE [CERC 1993] skriver man att man för en framtida version skulle lämna tekniken med enbart JA/NEJ alternativ på dess nackdelar. I rapporten finns även uttalat behovet av att validera RACE, vilket inte gjorts.

RACE har sedan utvecklats och används av [Graaf and Sol 1994], [Graaf 1995].

7.2.1 Processfaktorer

Dessa faktorer kallas *Critical Elements* i RACE. För varje *Critical Element* finns ett antal nyckelkriterier som används för att bedöma mognadsnivån. Termen faktorer används för att representera *Critical Elements*. Redovisningen av nyckelkriterier har utelämnats. Faktorerna definieras för enkelhetens skull efter den högsta nivån, Optimerad.

Kundfokus

Kunden deltar kontinuerligt i produktutvecklingen. Man tillämpar en metodik för att fånga kundkraven. Alla i laget har god förståelse för kundkraven. Man utvärderar kraven metodiskt och har även en mekanism för att hantera ändrade prioriteringar när det gäller kundkraven.

Processfokus

Utvecklingsprocessen med tillhörande mätmetoder är väl dokumenterad och standardiserad. Den finns dokumenterad i elektronisk form. Man har identifierat och har kontroll över kritiska processers händelser och parametrar. Man tillämpar en löpande processförbättring. Metod för att hantera kundkrav ingår i processmetodik.

Teambygge och -utveckling

Man har en genomtänkt strategi för att sätta ihop och för att träna team. Man utvärderar löpande både teamets funktion och den träning som ges teamet. Kund och leverantör ingår normalt i teamet.

Teamet i organisationen

Teamet har möjlighet att tillämpa eget belöningsystem. Man har också en betydande beslutsrätt när det gäller designfrågor och hantering av teamets medlemmar. Det är lätt att samlokalisera teamet eftersom detta är en etablerad praxis i organisationen.

Ledningssystemet

Projekthanteringen är integrerad även till underleverantörerna. Redovisningssystemet ger tillförlitligt underlag för bedömning av projekt- och programkostnader. I projekthanteringen ingår riskhantering som en viktig och inarbetad del.

Produktsäkring

Produktsäkring är införd som metodik och har stöd i verktyg. Detta förstärks genom att man har standard för produkt- och datautbyte etablerat mellan organisationen och leverantörerna.

Smidighet

Man har utvecklat en god förmåga att snabbt anpassa produktutvecklingen till förändrade förutsättningar t ex i omgivande organisation och förändrade marknads- och prestandakrav.

Man har en fungerande hantering av designhistorik som kan återanvändas i nya designsituationer och dessutom en fungerande återanvändning av komponenter. Man har dessutom fungerande stöd för att säkra att man hittar det man behöver.

Ledningsengagemang

Ledningen övervakar att införande av den integrerade utvecklingsprocessen löper rätt. Styrgruppen som är kopplad till produktutvecklingen har befogenhet att göra nödvändiga organisationsförändringar för att processen ska fungera liksom att säkra resurserna för processen.

Disciplin

Man satsar medvetet på att träna, bygga upp erfarenhet och att praktisera arbetssättet för att rätta, forma och förstärka samt förbättra sättet att arbeta. I teamet finns en stark solidaritet med teamet.

7.2.2 Teknikstöd för samarbete

Den nedre halvan av RACE som handlar om teknikstöd för samarbete i en Concurrent Engineering miljö har tre nivåer, *basic*, *intermediate*, och *advanced*. Dessa nivåer beräknas på samma sätt som de tidigare, liksom att även här använder man JA/NEJ som svarsalternativ.

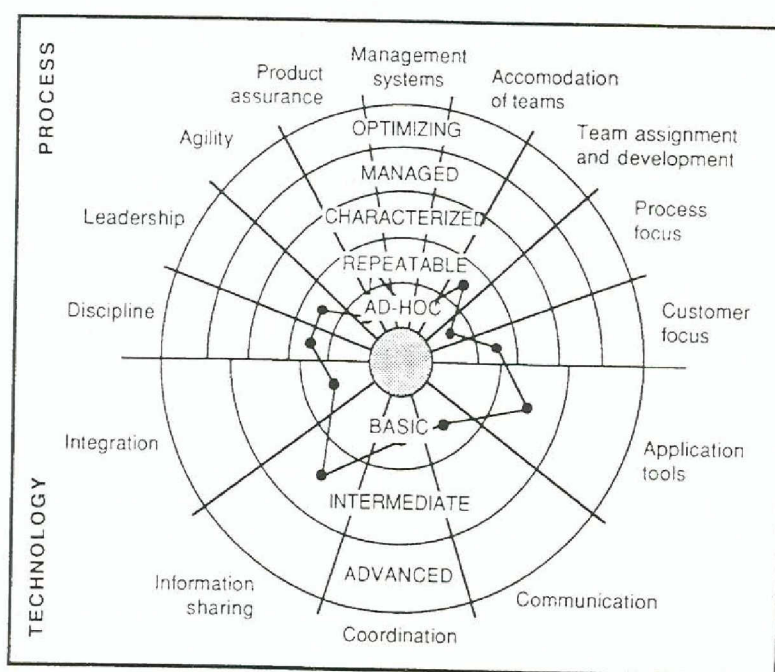


Figure 1 - CE Assessment Diagram

Figur 14 Utvärderingsdiagram med teknikstöd i den nedre halvan av diagrammet.

RACE indelar IT-stödet i två huvudkategorier: *applikationsverktyg* och *generella IT-tjänster*. Applikationsverktyg stödjer ett visst slag av konstruktionsarbete ur ett tvärfunktionellt och tvärdisciplinärt livscykelperspektiv. Dessa verktyg är i mycket beroende av det slags produkt som ska tas fram.

Vid utveckling av informationssystem av typen stödsystem, som t ex ett fakturerings-system, kan dessa verktyg vara av olika slag: CASE-verktyg (s k upper- eller lower-CASE), kodgeneratorer, avlusare, testmiljöer, s k gränssnittsbyggare, programmerings-editorer, verktyg för snabb prototypframtagning, mockups, verktyg för reverse engineering, analysverktyg, stöd för versionshantering, fel och ändringshantering, elektroniska handböcker och produkt databaser.

Vidare har man en indelning i mer generella tjänster som *koordinering*, *kommunikation*, *informationsdelning* samt *integrering* (av verktyg och dataöverföring).

Dessa olika teknikstödstjänster kan kortfattat sammanfattas som nedan:

Applikationsverktyg ger ett stöd för att arbeta tvärfackligt och tvärfunktionellt i konstruktionsarbetet över hela livscykeln.

Koordinationstjänster syftar till att stödja koordinationen i ett utvecklingsprojekt och speciellt av sk virtuellt samlokaliserade arbetsgrupper. Det syftar även till att stödja gruppens arbete på ett strukturerat sätt.

Kommunikationstjänster syftar till att knyta samman och underlätta kommunikationen mellan de utspridda projektdeltagarna avseende produkt och projektdata samt de verktyg som används av olika yrkesgrupper och specialister, eller de som används gemensamt över hela projektet.

Informationsdelningstjänster syftar till att öka effektiviteten i informationsutbytet i ett utvecklingsprojekt genom tjänster för transparent datalagring och åtkomst i en heterogen miljö, strukturerade och gemensamma produktdata, kravspårbarhet, tillhandahålla organisationsdata om tidigare produktutveckling.

Integrationstjänster syftar till att ge en effektiv integrering av verktyg och data genom tjänster som enhetligt och anpassningsbart användargränssnitt, standarder för dataöverföring och översättning mellan verktyg, åtkomst av data via en gemensam informationsmodell, interoperabilitet avseende funktioner mellan verktyg med hjälp av standardiserade gränssnitt.

För en utförligare beskrivning och utveckling av teknikstödsdelen finns i rapporten, *Datorstöd för Integrerad Systemutveckling – krav på funktionalitet för att stödja ett integrerat arbetssätt*, Öhlund, S-E (1994), Effektiv IT nr 19, SISU [Öhlund 1994a].

7.2.3 Diskussion

RACE har ingen utvecklad teoretisk ram för definitionen av och för val av viktiga faktorer i modellen. Brister i utformningen av frågeformuläret påpekades redan av dess skapare, med bland annat JA/NEJ alternativen. När det gäller den teknologiska värderingen finns det en uppenbar risk med att den blir omodern väldigt fort.

Dock har ramverket för den tekniska utvärderingen fortfarande en giltighet, och RACE förblir för projektet en viktig inspirationskälla.

7.3 Carter & Baker

En annan referensmodell för Concurrent Engineering och ett utvärderingsinstrument med frågor presenteras av Donald Carter och Barbara Stilwell Baker (C&B) i *Concurrent Engineering, The Product Development Environment for the 1990s* [Carter and Baker 1991]. De har sin hemmahörighet i Mentor Graphics, som är ett leverantörsföretag som utvecklar och levererar stödprogramvara för Concurrent Engineering främst inom elektronikbranschen.

Med hjälp av den analysmodell de tagit fram kan man få en grov indikation av var man står i den egna organisationen samt av vilka faktorer man bör bearbeta för att få till stånd fungerande Concurrent Engineering.

Carter presenterar en modell bestående av fyra dimensioner som kännetecknar en fungerande Concurrent Engineering:

- Organisation
- Infrastruktur för kommunikation
- Krav
- Produktutveckling (process)

Modellen kan situationsanpassas genom att välja lämplig nivå för att tillämpa Concurrent Engineering beroende på produktens krav:

- **uppgiftsnivå** inom projekt. Produkten har endast en huvudbeståndsdel och kan utföras av ett fåtal individer.
- **projektnivå**. Produkten består av flera huvuddelar och kräver fler utvecklare som är från samma fackområde.
- **programnivå** som omfattar flera projekt. Produkten kräver olika fackkunskaper för olika delar. Varje del kan kräva sitt team och hela produkten även tvärfackliga team.
- **företagsnivå**. Om produkten kräver många tvärfackliga team och även medverkan från externa organisationer.

I detta kapitel beskrivs de fyra dimensionerna i korthet.

7.3.1 Organisation

Ledning och utvecklingsteam är två nyckelbegrepp när det gäller organisering av Concurrent Engineering.

Ledningen skapar, bemyndigar och stödjer teamet. Utformningen av organisationen t ex storlek, individer och erforderlig fackkunskap bestäms av produktens komplexitet.

Teamet tar ansvar och använder befogenheter för konstruktionsbeslut. Individen måste åta sig att genomföra vad teamet som helhet beslutar.

C&B behandlar ledningens roll och teammedlemmarnas roll som viktiga att klargöra och praktisera som förutsättningar att få en fungerande Concurrent Engineering och en stödjande miljö.

I frågeformuläret (som finns översatt i [Öhlund and Bergman 1994]) tas upp följande faktorer:

Teamintegration

Individer och team förstår sina roller och uppgifter i den totala produktutvecklande processens sammanhang

Befullmäktigande

De nivåer för ansvar och befogenheter som samverkar i ditt företag spelar en betydelsefull roll för dess produktivitet och såväl individer som team belönas.

Träning och utbildning

Den högre ledningen sörjer för lämplig träning och utbildning för en individ eller team. Effektivitetensinriktad träning innefattar att lösa problem, att sätta mål, att tänka kreativt, att använda standarder, att utnyttja experter och att arbeta med andra ämnesfack (än det egna)

Datorstöd

Den högre ledningen säkrar att de verktyg (datorstöd) som är nödvändiga finns tillgängliga. Dessa verktyg är integrerade och ger tillgång till produktdata.

7.3.2 Infrastruktur för kommunikation

Personer, idéer, specifikationer, processer och återkoppling måste länkas ihop för att nå tillfredsställande kommunikation. Enligt C&B avses varje system, utrustning och programvara som underlättar meningsfull överföring av information i samband med produkten betraktas som en infrastruktur för kommunikation. Effektiv kommunikation är en kritisk framgångsfaktor.

Fokus ligger i samarbetet och infrastrukturen bestämmer i vilken utsträckning data från olika fackområden kan organiseras meningsfullt. I hög grad är det produktens komp-

lexitet som bestämmer antalet fackområden som engageras och båda dessa bestämmer typen av infrastruktur som behövs för att dela information.

C&B tar upp teknologi för kommunikation och samverkan. Exempel på sådana produkter är databaser som hanterar kundkrav, elektroniska mailsystem, andra produktdata som garantiinformation om fel i fält, övervaknings- och värderingssystem, system för korrigeringsåtgärder.

Via stödsystem bör man kunna spåra beslutsprocessen, följa och värdera framskridande och kvalitet i beslut, spåra problem med anknytning till produktutvecklingsaktiviteter, underhålla länkar till yttre informationskällor.

C&B föreslår också ett stöd för problemrapportering längs hela produktutvecklingens sträckning. Genom detta får man tillgång till ett problems historia och dess lösningar. Man kan också se samband mellan vad som kanske förefallit som separata problemyttringar.

I frågeformuläret tas upp följande faktorer:

Produkthantering

Effektiva kommunikationsvägar är avgörande för produkthanteringen för att individer och team kan förstå tilldelade mål och roller, hjälpa till att planera utvecklingsprocessen, övervaka uppfyllandet av sina mål och roller och att förbättra processen vid behov.

Produktdata

Det är viktigt att produktdata är fullständiga och riktiga, och att individer och team kan komma åt, bearbeta och ändra dessa data när det är lämpligt.

Återkoppling (av information)

Återkoppling av information håller processen för produktutveckling på spåret och tillåter individer och team att hantera avvikelser från kundförväntningar, produktspecifikationer, industristandarder och andra krav. Återkoppling från genomgångar och inspektioner genererar handlingsuppgifter liksom förslag till produktförbättringar.

7.3.3 Hantering av krav

Ett företag måste fastställa vad kunden vill ha, säkra att kunden får detta samtidigt som produkten svarar både mot intern företagsstandard och branschstandard. Kravhanteringen ska omfatta alla egenskaper i produkten som har betydelse för kundtillfredsställelse samt designkrav och alla interna krav.

Att riktigt fånga och uttrycka den totala mängden av sådana krav är avgörande för Concurrent Engineering.

Genom att använda kundkrav under specificering av konceptuella och detaljerade designkrav och vid validering av designbeslut kan man försäkra sig om att designen efter att ha byggts fortfarande möter de ursprungliga designmålen.

I varje aktivitet under produktutvecklingen utgör kundkraven måttstocken för att mäta framsteg och kvalitet.

I frågeformuläret tas följande faktorer upp:

Kravhantering

Företaget översätter kundkrav först mot definitioner, specifikationer och utformning av produkten. I varje steg i utvecklingsprocessen kan individer, team och ledning stämma av att kravspecifikationer och utformningar svarar mot kundbehov.

Planeringsmetod

Metoder för produktplanering, värdering och design (utformning) kan utgå både nerifrån och upp och uppifrån och ner. Dessa metoder kan omfatta utbytesanalys (trade-off-analysis) och integrera de arbetsuppgifter och processer som utvecklar produkten.

Planeringsperspektiv

När den utvecklingsprocess som krävs för en given produkt bestäms innefattas ett planeringsperspektiv som del i den processen.

Validering

Kraven på utvecklingsprocessen stäms av för att bestämma om specifikationerna svarar mot kundkraven och om alla specificerade processer når avsett resultat.

Standarder

Ditt företag dokumenterar och kommunicerar till individer och team, bruk, riktlinjer och rutiner som används för designstandarder. Standarderna täcker kundkrav, testning, tillverkning och kundstöd.

7.3.4 Produktutveckling – process

Med en produktutvecklingsprocess menas en integrerad vision av den totala processen för produktutveckling, från "konceptuell" design till tillverkning och underhåll. Produktutveckling inkluderar alla processer som länkar aktiviteter för utformning och tillverkning av vad kraven specificerar. Men den inkluderar också alla processer med anknytning till marknad och kundstöd som krävs för fortsatt framgång för produkten över åren (livscykelperspektivet). C&B anger tre nyckelfaktorer:

- designprocessen
- utveckling och användning av komponentbibliotek (återanvändning)
- fortlöpande optimering av utvecklingsprocessen.

De pekar också ut att här är det produktens egenskaper som bestämmer processen. Om kravprocessen fokuserar på produktens VAD så fokuserar designprocessen på HUR och de metoder och processer som krävs för att få produkten att bli verklighet.

C&B skisserar några huvuddrag i den process som krävs:

- teamet måste omfatta information från processer "nedströms" t ex testbarhet, tillverkningsbarhet, tillförlitlighet, underhållbarhet, etc.
- designprocessen ska vara en del i en återkopplingsring där processer nedströms hjälper till att forma designen och där ingenjörer nedströms löpande värderar konsekvenser av tidiga designbeslut mot sina egna processer.

Effekten av detta yttrar sig klart i frekvensen designändringar i utvecklingsprocessen. I frågeformuläret tas upp följande faktorer:

Komponentkonstruktion

När ett team tar del i utvecklingsprocessen, är alla konstruktionsdata och data om komponenter, både enkla och sammansatta tillgängliga för alla individer.

Utformningsprocess

Metoder och avstämningar för utformningsprocessen dokumenteras och mäts.

Optimering

Ledningen måste reagera på den fortlöpande utvecklingen inom teknologiområdet.

Resultaten från ifyllandet av frågeformuläret redovisas i ett sk Kiviatiagram.

Referenser

- Ahlsén, M., A. Segerberg, P. O. Svärd och U. Wingstedt, (1996), *Yrkesanvändning av WWW i Sverige – en interaktiv enkätstudie*, Publikation 96:13, Juni 1996, SISU.
- Allen, T. J., (1971), "Communications, technology transfer, and the role of the technical gatekeeper", *R&D Management*, Vol. (1), pp. 14-21.
- Allen, T. J., (1977), *Managing the flow of technology*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Ancona, D. G. och D. F. Caldwell, (1990), "Beyond boundary spanning: Managing external dependence in product development teams.", *Journal of High Technology Management Research*, Vol. (1), pp. 119-135.
- Ancona, D. G. och D. F. Caldwell, (1992a), "Bridging the boundary: External process and performance in organisational teams", *Administrative Science Quarterly*, Vol. (37), pp. 634-665.
- Ancona, D. G. och D. F. Caldwell, (1992b), "Demography and design: Predictors of new team performance", *Organisation Science*, Vol. (3), pp. 321-341.
- Andersson, R., (1991), *QFD Ett system för effektivare produktframtagning*, Studentlitteratur, Lund.
- Andreasen, M. M. och L. Hein, (1987), *Integrated Product Development*, IFS (Publications) Ltd, UK,
- Aoyama, M., (1993), "Concurrent Development Process Model", *IEEE Software*, Vol. (July 1993), pp. 48-55.
- Banker, R. D., S. M. Datar, C. F. Kemerer och D. Zweig, (1993), "Software Complexity and Maintenance Costs", *Communications of the ACM*, Vol. 36, (11), pp. 81-94.
- Basili, V. R. och G. Caldiera, (1995), "Improve Software Quality by Reusing Knowledge and Experience", *Sloan Management Review*, Vol. (Fall 1995), pp. 55-64.
- Bergman, B., (1992), *Industriell försöksplanering och robust konstruktion*, Studentlitteratur, Lund.
- Bergman, L., D. Rexed och S.-E. Öhlund, (1996), *IT:s roll i produkt/tjänsteutveckling för bank-, finans- och försäkringsföretag samt telekomoperatörer. – En intervju- och enkätstudie*, 96:22, SISU.
- Bergman, L., D. Rexed och S.-E. Öhlund, (1997), *Processmätning på intranät – erfarenheter och perspektiv*, SISU.
- Bergman, L. och S. E. Öhlund, (1995), *Development of an Assessment Tool to Assist in the Implementation of Concurrent Engineering*, Concurrent Engineering – A Global Perspective, McLean, Virginia USA, Concurrent Technologies Corporation.
- Britsman, C., Å. Lönnqvist och S. O. Ottoson, (1993), *Handbok i FMEA – Failure Mode and Effect Analysis*, Sveriges Verkstadsindustrier, Uppsala.
- Brown, S. L. och K. M. Eisenhardt, (1995), "Product Development: Past Research, Present Findings, and Future Directions", *Academy of Management Review*, Vol. Vol: 20, (No. 2), pp. p. 343-378.
- Bruzelius, L. H. och P.-H. Skärvad, (1992), *Speed Management*, Almquist&Wiksell, Malmö.
- Börjesson, S., S.-Å. Hörte, L. Trygg och C. Tunälv, (1993), *Strategi för produktion och produktutveckling – integration och flexibilitet*, Publica, Falköping.
- Carlsson, M., (1992), *Organisation och ledning av kvalitetsarbete – utveckling av en svensk helhetsrelaterad kvalitetsledningsmodell*, 92-05-24, Institutionen för Maskinteknik, Chalmers Tekniska Högskola.
- Carmines, E. G. och R. A. Zeller, (1994), *Reliability and Validity Assessment*, in Basic Measurement, M. S. Lewis-Beck (Ed.), SAGE Publications Ltd, London.

- Carter, D. E. och S. Baker, (1991), *Concurrent Engineering; the Product Development Environment for the 1990s*, Mentor Graphics Corporation, 1991,
- CERC, (1992), *Process Issues in Implementing Concurrent Engineering for DICE, Phase 4 Deliverable 1.1-D1*, CERC-TR-RN-93-003, CERC.
- CERC, (1993), *Final report on Readiness Assessment for Concurrent Engineering for DICE, 1993, DICE Phase 5 Deliverable 3.2-D2.*, CERC-TR-RN-93-075, CERC, West Virginia University.
- Clark, K. B. och T. Fujimoto, (1989), *Overlapping Problem Solving in Product Development*, in *Managing International Manufacturing*, K. Ferdows (Ed.), Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland),
- Clark, K. B. och T. Fujimoto, (1990), *"The Power of Product Integrity"*, *Harvard Business Review*, Vol. (November-December 1990), pp.
- Clark, K. B. och T. Fujimoto, (1991), *Product Development Performance: Strategy, Organisation and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
- Cleetus, K. J., (1992), *Definition of Concurrent Engineering*, Technical Report, Research Note, CERC-TR-RN-92-003, 1992, CERC.
- Clipson, C., (1992), *"Silent, Robust, Predictable – and other ways of designing"*, *Nordisk Arkitekturforskning*, Vol. (1992:4), pp. 27-34.
- Cooper, R. G. och E. J. Kleinschmidt, (1987), *"New Products: What separates winners from losers?"*, *Journal of Product Innovation Management*, Vol. (4), pp. 169-184.
- Davis, T. A. och G. Trapp, (1991), *Advancing CE using STEP*, Technical report, CERC-TR-RN-91-012, 1991, CERC & West Virginia University.
- Dougherty, D., (1990), *"Understanding new markets for new products"*, *Strategic Management Journal*, Vol. (11), pp. 59-78.
- Dougherty, D., (1992), *"Interpretive barriers to successful product innovation in large firms"*, *Organisation Science*, Vol. (3), pp. 179-202.
- Dougherty, D. och S. M. Course, (in press), *"When it comes to product innovation, what is so "bad" about "bureaucracy"?"*, *Journal of High Technology Management*, Vol. (?), pp.?
- Dumat, B., (1994), *Tutorial, Integrated Logistics & Concurrent Engineering 94*, Montpellier, EC2.
- Eisenhardt, K. M. och B. N. Tabrizi, (1995), *"Accelerating Adaptive Processes: Product Innovation in Global Computer Industry"*, *Administrative Science Quarterly*, Vol. (40 (1995)), pp. 84-110.
- Ekvall, G., (1988), *Förnyelse och friktion – om organisation, kreativitet och innovation*, Natur och kultur, Borås.
- Ekvall, G., (1990a), *Manual, Formulär A: Arbetsklimat*,
- Ekvall, G., (1990b), *Manual, Formulär B: Organisationsvärderingar*,
- Ekvall, G., (1993), *Idéer, organisationsklimat och ledningsfilosofi*, Fritzes,
- Ekvall, G., J. Arvonen och H. Nyström, (1987), *Organisation och innovation – en studie av fyra divisioner vid EKA Kemi i Bohus*, FA rådet Studentlitteratur, Lund.
- Erixon, G., A. Erlandsson, A. v. Yxkull och B. M. Östergren, (1994), *Modulindela Produkten – halverade ledtider och offensiv marknadsföring*, Sveriges Verkstadsindustrier, Stockholm.
- Fisher, A., (1994), *Let the lifeblood flow freely*, *Financial Times*,
- Fossum, P., (1996), *Metoder för att hitta användbarhetsproblem hos datorsystem*, Publikation 96:20, Oktober 1996, SISU.

- Gould, R. B., H. B. Sorensen och C. D. A. Dahn, (1994), *Determining Humans Systems Requirements For New Technologies*, Integrated Logistics & Concurrent Engineering, Montpellier France, EC2.
- Graaf, R. d., (1995), *Lessons Learned from Implementing Change in Product Development*, Concurrent Engineering – A Global Perspective, McLean, Virginia, USA, A. J. Paul and M. Sobolewski (Ed.), Concurrent Technologies Corporation.
- Graaf, R. d. och E. J. Sol, (1994), *Assessing Europe's Readiness for Concurrent Engineering*, Concurrent Engineering: Research and Applications, Pittsburgh, USA, A. J. Paul and M. Sobolewski (Ed.), Concurrent Technologies Corporation.
- Granstrand, O. och S. Sjölander, (1987), *Managing Innovation in Multi-Technology Corporations*, 26:e Augusti, Institutionen för industriell organisation och ekonomi, Chalmers tekniska högskola.
- Gupta, A. K. och D. L. Wilemon, (1990), "Accelerating the development of technology-based new products", *California Management Review*, Vol. (32(2)), pp. 24-44.
- Hauser, J. R. och D. Clausing, (1988), "The House of Quality", *Harvard Business Review*, Vol. (May-June 1988), pp.
- Hayes, R. H., S. C. Wheelwright och K. Clark, (1988), *Dynamic Manufacturing*, Free Press, New York.
- Hjelte, M., B. Kranqvist, U. Nyman och S. Oldgren, (1995), *Krav på krav – en studie av området kravhantering från kundbehov till färdig produkt vid utveckling av programvarubaserade system*, V040038, Sveriges Verkstadsindustrier 1995.
- Hörte, S. Å. och L. Trygg, (1992), *Verkstadsindustrins konstruktions- och utvecklingsplaner*, 1992, IMIT Göteborg.
- Imai, k., N. Ikujiro och H. Takeuchi, (1985), *Managing the new product development process: How Japanese companies learn and unlearn*, in *The uneasy alliance: Managing the productivity-technology dilemma*, H. R. H., C. K. and Lorenz (Ed.), Harvard Business School Press, Boston.
- Ingram, P., C. Burrows och I. Wesley, (1993), *Configuration Management Tools: a detailed evaluation*, 1993, OVUM.
- Jansson, L., (1990), *Simultaneous Engineering – ett trendord eller effektiv arbetsmetodik?*, STU.
- Karandikar, H. M., M. E. Fotta, M. Lawson och R. T. Wood, (1993), *Assessing Organisational Readiness for Implementing Concurrent Engineering Practices and Collaborative Technologies*, Second Workshop on Enabling Technologies – Infrastructure for Collaborative Enterprises, Morgantown, West Virginia, IEEE Computer Society Press.
- Katz, R. och M. L. Tushman, (1981), "An investigation into the managerial roles and career paths of gatekeepers and project supervisors in a major R&D facility", *R&D Management*, Vol. (11), pp. 103-110.
- Katzeff, C. och P. O. Svärd, (1966), *In Search of Key Factors for Usability Maturity*, HCI'96 (Human Computer Interaction, British Computer Society), London, Great Britain,
- Katzeff, C. och P. O. Svärd, (1995), *Användbarhet i praktiken – en enkätstudie*, Publikation 95:20, November 1995, SISU.
- Krause, F.-L., A. Ulbrich och W. Mattes, (1993), *Steps Towards Concurrent Engineering*, Integrated Logistics & Concurrent Engineering, ILCE '93, Montpellier – France, EC2.
- Köhlmark, *Erfarenheter från 'Japanprojektet' vid Ericsson Radio Systems AB*, OH-bilder, Stockholm, 1994.
- Lakhanpal, B., (1993), "Understanding the factors influencing the performance of software development groups: an exploratory group-level analysis", *Information and Software Technology*, Vol. 35, (8), pp. 468-473.

- Landes, D. S., (1969), *The Unbound Prometheus – Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the present*, Cambridge University Press,
- Leavitt, H. J., (1965), *Applied Organisational Change in Industry: Structural, Technological and Humanistic Approaches*, in Handbook of Organisations, J. G. March (Ed.), Rand McNally & Company, Chicago.
- Malhorta, N. K., (1993), *Marketing Research – An Applied Orientation*, Prentice-Hall Inc, New Jersey.
- McIver, J. P. och E. G. Carmines, (1994), *Unidimensional Scaling*, in Basic Measurement, M. S. Lewis-Beck (Ed.), SAGE Publications Ltd, London.
- Meyer, C., (1993), *Fast Cycle Time – How to align Purpose, Strategy, and Structure for Speed*, The Free Press, New York.
- Middleton, P., (1994), *Just-In-Time Software Development*, Proc. 7th Intl. Conf. on Software Quality, San Francisco, CA, Software Research Institute.
- Morton, O., (1994), *Between two worlds – a survey of manufacturing technology*, The Economist,
- Myers, S. och D. G. Marquis, (1969), *Successful Industrial Innovations*, National Science Foundation, Washington DC.
- Nadler, G. och S. Hibino, (1990), *Break Through Thinking*, Prima Publishing & Communication, Rochlin CA.
- Nonaka, I., (1990), "Redundant, overlapping organisation: A Japanese approach to managing the innovation process." *California Management Review*, Vol. (32(3)), pp. 27-38.
- Norell, M., (1992), *Stöd för produktutveckling i samverkan*, MDA-rapport 1992:6, Juni 1992, Människor-Datateknik-Arbetaresliv (MDA).
- Ohmae, K., (1985), "Managing Innovation and New Products in Key Japanese Industries", *Research Management*, Vol. (July-August), pp. p. 11-18.
- Olsson, F., O. Carlqvist och H. Granholm, (1985), *Integrerad produktutveckling – arbetsmodell*, Sveriges Mekanförbund.
- Pawar, K. S. och S. Sharifi, (1994), *Product/process design: Integrating Differentiated Approaches*, *Integrated Logistics & Concurrent Engineering 94*, Montpellier, Frankrike, EC2.
- Quinn, J. B., (1985), "Managing Innovation: Controlled chaos", *Harvard Business Review*, Vol. (63(3)), pp. 73-84.
- Rexed, D., (1996), *Systemutvecklingen roll i produktutvecklingen för bank-, försäkrings- och finansföretag*, 96:03, Februari 1996, SISU.
- Rosenau, M. D. J., (1988), "Speeding Your New Product To Market", *Journal of Consumer Marketing*, Vol. 5, (2), pp. 23-36.
- Rothwell, R., (1972), *Factors for success in industrial innovations from project SAPPHO – a comparative study of success and failure in industrial innovations.*, S.P.R.U., Brighton, Sussex, England.
- Rothwell, R., C. Freeman, A. Horsley, V. T. P. Jerviset al, (1974), "SAPPHO updated – Projekt Sappho phase II", *Research Policy*, Vol. (3), pp. 258-291.
- SISU, (1993), *IT 2000, Effektiv IT Förutsättningar för ett nytt utvecklingsprogram inom informationsteknologins tillämpningsområden.*, Ds 1993:43, Juni 1993, Näringsdepartementet.
- Sjölund, A., (1979), *Gruppsykologi*, Raben & Sjögren, Stockholm.
- Smith, W. E., (1990), "Fast-Cycle Product Development", *Engineering Management Journal*, Vol. Vol 2, (No 2), pp. pp. 11-16.
- Spector, P. E., (1994), *Summated Rating Scale Construction – An introduction*, in Basic Measurement, M. S. Lewis-Beck (Ed.), SAGE Publications Ltd, London.

- Sriram, R. L. D., (1993), "The MIT Dice Project", *Computer*, Vol. Vol 26, (No. 1 January 1993), pp.
- Stalk, G., (1988), "Time, The Next Source of Competitive Advantages", *Harward Business Review*, Vol. 66, (4), pp. 41-51.
- Sullivan, L. P., (1986), "Quality Function Deployment", *Quality Progress*, Vol. (June), pp. PP. 39-50.
- Sullivan, L. P., (1988), "Policy Management Through Quality Function Deployment", *Quality Progress*, Vol. (June 1988), pp. 18-20.
- Söderberg, L. g., (1989), "Facing up to the engineering gap", *The McKinsey Quarterly*, Vol. (Sprinfg 1989), pp. 2-18.
- Södersved, H., (1991), *Concurrent Engineering – ett arbetssätt för effektiv produktframtagning*, Mekanförbundets förlag, Stockholm.
- Takeuchi, H. och I. Nonaka, (1986), "The new product development game", *Harward Business Review*, Vol. (64(1)), pp. 137-146.
- Trygg, L., (1991), *Engineering design – some aspects of product development efficiency*, Chalmers tekniska högskola – Institutionen för industriell organisation och ekonomi,
- Tushman, M. L., (1979), "Managing Communication Networks in R&D Laboratories", *Sloan Management Review*, Vol. vol. 20, pp. pp. 37-49.
- Uttal, B., (1987), "Speeding New Ideas to Market", *Fortune*, Vol. (March 2), pp. 54-57.
- Verkstadsindustrier, S. och Q-labs, (1995), *Kontinuerlig förbättring av programvaruprocesser via mognadsmodeller – erfarenheter från industrin*, Rapport Informationsteknologi, V040025, Sveriges Verkstadsindustrier och Q-labs.
- Wheelwright, S. C. och K. B. Clark, (1992), *Revolutionizing Product Development – Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality*, The Free Press, New York.
- Whitney, D. E., (1988), "Manufacturing by Design", *Haward Business Review*, Vol. (July-August 1988), pp.
- Wiktorin, L., (1994), *Programvarusystem: Kortare ledtider och ökad produktivitet – Erfarenheter av nya arbetsmetoder vid utveckling av programvarusystem*, Informationsteknologi, V040016, April 1994, Sveriges Verkstadsindustrier.
- Winner, R. I. et al, (1988), *The Role of Concurrent Engineering in Weapons Systems Acquisition*, Report, R-338, Dec 1988, Institute for Defence Analyses (IDA).
- Wohed, Ö., (1994), *Regler i praktiken*, SISU, Triad-projektet.
- Womack, J. P., D. T. Jones och D. Roos, (1990), *The Machine That Changed The World: the story of lean production*, Harper Perennial, New York.
- Zirger, B. J. och M. Maidique, (1990), "A model of a new product development: An empirical test.", *Management Science*, Vol. (36), pp. 867-883.
- Zultner, R. E., (1989), "Software Quality Function Deployment", *ASQC Quality Congress Transactions*, Vol. pp. 558-563.
- Öhlund, S.-E., (1994a), *Datorstöd för Integrerad Systemutveckling – krav på funktionallitet för att stödja ett integrerat arbetssätt*, Effektiv IT nr 19, SISU.
- Öhlund, S.-E., (1994b), *Processförbättring för införande av Integrerad Systemutveckling – några exempel på effektiv produktframtagning*, Effektiv IT nr 18, Sept 1994, SISU.
- Öhlund, S.-E. och L. Bergman, (1994), *Integrerad Systemutveckling – lärdomar från industrin tillämpade på systemutveckling*, Effektiv IT nr 7, Maj 1994, SISU.