

Produktutveckling i samarbete

*Strukturförändring vid införande av
nya informationssystem*

.....

Henrik Nittmar

AKADEMISK AVHANDLING

Som för avläggande av ekonomie
doktorsexamen vid Handelshögskolan i
Stockholm

framläggs för offentlig granskning
torsdagen den 30 november 2000, kl
14.00 i sal Ruben Handelshögskolan,
Sveavägen 65



PRODUKTUTVECKLING I SAMARBETE

*Strukturförändring vid införande
av nya informationssystem*



STOCKHOLM SCHOOL OF ECONOMIC EFI, THE ECONOMIC RESEARCH INSTITUTE

EFI Mission

EFI, the Economic Research Institute at the Stockholm School of Economics, is a scientific institution which works independently of economic, political and sectional interests. It conducts theoretical and empirical research in management and economic sciences, including selected related disciplines. The Institute encourages and assists in the publication and distribution of its research findings and is also involved in the doctoral education at the Stockholm School of Economics.

EFI selects its projects based on the need for theoretical or practical development of a research domain, on methodological interests, and on the generality of a problem.

Research Organization

The research activities are organized in nineteen Research Centers within eight Research Areas. Center Directors are professors at the Stockholm School of Economics.

ORGANIZATION AND MANAGEMENT

Management and Organisation; (A)
Center for Ethics and Economics; (CEE)
Public Management; (F)
Information Management; (I)
Center for People and Organization (PMO)
Center for Innovation and Operations Management; (T)

Prof Sven-Erik Sjöstrand
Adj Prof Hans de Geer
Prof Nils Brunsson
Prof Mats Lundberg
Acting Prof Jan Löwstedt
Prof Christer Karlsson

ECONOMIC PSYCHOLOGY

Center for Risk Research; (CFR)
Economic Psychology; (P)

Prof Lennart Sjöberg
Prof Lennart Sjöberg

MARKETING

Center for Information and Communication
Research; (CIC)
Center for Consumer Marketing; (CCM)
Marketing, Distribution and Industrial
Dynamics; (D)

Adj Prof Bertil Thorngren
Associate Prof Magnus Söderlund

Prof Lars-Gunnar Mattsson

ACCOUNTING, CONTROL AND CORPORATE FINANCE

Accounting and Managerial Finance; (B)
Managerial Economics; (C)

Prof Lars Östman
Prof Peter Jennergren

FINANCE

Finance; (FI)

Prof Clas Bergström

ECONOMICS

Center for Health Economics; (CHE)
International Economics and Geography; (IEG)
Economics; (S)

Prof Bengt Jönsson
Prof Mats Lundahl
Prof Lars Bergman

ECONOMICS STATISTICS

Economic Statistics; (ES)

Prof Anders Westlund

LAW

Law; (RV)

Prof Erik Nerep

Chairman of the Board: *Prof Sven-Erik Sjöstrand*. Director: *Associate Prof Bo Sellstedt*,

Address

EFI, Box 6501, S-113 83 Stockholm, Sweden • Internet: www.hhs.se/efi/
Telephone: +46(0)8-736 90 00 • Fax: +46(0)8-31 62 70 • E-mail efi@hhs.se

PRODUKTUTVECKLING I SAMARBETE

Strukturförändring vid införande
av nya informationssystem

Henrik Nittmar



STOCKHOLM SCHOOL OF ECONOMIC
EFL, THE ECONOMIC RESEARCH INSTITUTE



Akademisk avhandling för avläggande av ekonomie
doktorsexamen vid Handelshögskolan i Stockholm 2000

© EFI och författaren

ISBN 91-7258-545-5

Nyckelord:

Kommunikation
Produktutveckling
Interorganisatoriska relationer
Informationssystem
Organisationsförändring
Samarbete i kunskapsarbete

Distribueras av:

EFI, Handelshögskolan i Stockholm

Box 6501, S-113 83 Stockholm, Sverige

Tryckeri:

Elanders Gotab, Stockholm 2000

Ett stort tack...

Denna avhandlings tillkomst och färdigställande knyter starkt an till dess titel – Utveckling i samarbete. Förvisso är det jag själv som skrivit och tänkt, men utan det stöd som ett stort antal individer bistått mig med, skulle jag varken kunnat börja eller slutföra detta projekt.

Först och främst vill jag framhålla min huvudhandledare, Christer Karlsson. Mitt telefonsamtal till honom i mitten av 1995, kom att radikalt förändra hur yrkeslivet skulle te sig för mig den kommande femårsperioden. Det var tack var Christers öppenhet för mitt intresse att åter söka mig till akademien, som jag kom att börja forska och skriva denna avhandling. Det har också varit han som bidragit mest till slutförandet, med utmanande frågor såväl som praktiska lösningsförslag på problem. Tack, Christer.

Handledarkommittén bestod också av Jan Löwstedt och Claes Gustafsson. Jan har under hela mina doktorandtid inspirerat och stöttat i olika avseenden, dels inom ramen för doktorandutbildningen, dels genom att ständigt väcka nya spännande frågor kring avhandlingstexten. Jan hjälpte mig också att ta några extra tunga steg i slutet av processen, vilka gjorde avhandlingen mer läsvärd. Claes har i kraft av sin gedigna kunskap ställt de stora, svåra frågorna och lagt sig vinn om att jag på ett övergripande plan kunnat sortera begreppen och avhandlingsanalysen. Ett varmt tack till er båda.

De som har fått svettats mest med att hantera och bemöta alla de ofärdiga tankarna och texterna, är nog ändå kollegorna på sektionen för *Innovations and Operations Management*. Utan dem skulle detta projekt inte varit möjligt. Jon utgjorde tidigt en diskussionspartner kring kopplingen mellan organisationer och kommunikation. Han har även kontinuerligt lagt klarsynthet och en nyans pragmatism till avhandlingsprocessen, vilket i vilsna stunder varit en välkommen nödvändighet. Pär har med sina erfarna ögon läst och kommenterat alla utkast, gett ovärderlig feed-back och kommit med praktiska lösningsförslag - ett envist och oförtrutet stödjande genom hela processen. Björn, som varit en särskilt intensiv samtalspartner i slutet, provocerade fram ständigt bättre lösningar på varje lite detalj, kom med kreativa idéer, men absorberade också en mängd skrivångest. John hade samma roll i början av processen och underlättade det inledande arbetet. Adam var också med inledningsvis och gjorde doktorandtiden till en fröjd, men valde sedermera att gå andra vägar, Helena likaså. Norr kom och gick, men bidrog vid sin närvaro med ett kompletterande sätt att se på saker och ting. Anders kom sent in i handlingen och tog sig med liv och lust an det som jag då trodde var ett manus. Ett innerligt tack till er alla!

Även kollegor på andra sektioner vid HHS har varit behjälpliga. Peter, som alltid fanns till hands för samtal kring de abstrakta avhandlingsfrågorna, eller de mer konkreta livsfrågorna, har förgyllt livet som doktorand i en mängd avseenden. Andreas har läst, tänkt och intresserat försökt hitta lösningar på mina trevande frågor. Ulf har på ett rakt och elegant sätt kunnat bringa klarhet i mina ofta grumliga tankar om bland annat IT-

system. En tacksam kollektiv kamrattanke går till Andrew, Anita, Anna, Bengt, Gunnar, Jesper, Johan, Karin, Markus, Pernilla, Pär, Sophie, Susanna, Staffan, Sven, Ulrika och alla ni andra, för fem härliga, spännande och utvecklande år. Anita höll dessutom ordning på alla praktiska ting vid slutet av processen, vilket gjorde att jag kom i mål. Ett stort tack även till Pål, som med sin entusiasm och säkra AD-hand såg till att omslaget fick såväl form som funktion. Ett proffs är ändå alltid ett proffs!

Telia finansierade de tre första åren av mitt avhandlingsarbete genom ett IMIT-projekt. Björn Norrbom och Torbjörn Hedqvist avsatte dessutom tid och resurser i inledningen och gav projektet den skjuts som då behövdes. Därmed skapades förutsättningarna för hela avhandlingen. Ett stort tack till såväl Telia som IMIT. Ett lika stort tack är jag skyldig Handelshögskolan som på ett mycket generöst sätt tog ansvar för att jag skulle kunna slutföra skrivandet.

Eftersom jag valt att anonymisera mitt fallföretag, kan jag inte på ett tillräckligt tydligt sätt framhålla alla dessa individer som timme in och timme ut satt med mig för att förklara hur komplex produktutveckling går till, varför man gör saker och ting på ett visst sätt och hur man kan eller inte kan tolka kommunikationsdata mellan olika parter i detta arbete. Alla dessa människor måste tyvärr förbli anonyma, men ni vet att utan er vore denna bok intet, så tack Kjell, Åke, Anders, Eva, Magnus, Sven, Johan, Lena,...

Mina föräldrar, Ami och Rony, har på ett tidigt stadium lagt grunden för den här resan. Med deras ständigt närvarande stöd och orimligt positiva tolkningar av mina förhållanden i livet, har jag fått svårt att inse att uppgifter överhuvudtaget kan vara omöjliga. Denna inställning var nödvändig under avhandlingsprocessens tyngre stunder.

Mina svärföräldrar, Birgitta och Egon, har varit instrumentella för avhandlingen på ett påtagligare sätt. Hade jag inte några hus bort haft tillgång till nanny, butler, chaufför, trädgårdsmästare, kock, tvätteri och allt annat som gör livet drägligt, skulle avhandlingsarbetet fortfarande pågått. Slutet har också närmast sig fortare genom att de på ett naturligt sätt iklätt sig roller av påhejare respektive pådrivare. Ett särskilt stort tack dock till Egon, för all hjälp med det intensiva språkgranskningsarbetet under avhandlingens slutskede.

Alice och Jacob, det blev en bok till slut. Och det var tack vare er mamma, Annika, vars kärlek och ork fanns med hela tiden, även i mina mest egocentriska stunder (Någon gång skall vi återgälda, men frågan är bara hur?). Tyvärr kunde jag av stilistiska skäl inte skriva så många 'mitt paraply' i texten som du önskat, Jacob. Men kanske kan jag med det här bakom mig istället göra Alice nöjd genom att äntligen svara jakande på hennes ständiga fråga.

Jag kommer hem nu.

Innehållsförteckning

KAPITEL 1 PRODUKTUTVECKLING I SAMARBETE OCH NYA

<i>INFORMATIONSSYSTEM</i>	1
1.1 PROLOG	1
1.2 INTRODUKTION	3
1.3 PRODUKTUTVECKLING I SAMARBETE MED EXTERNA PARTER	4
1.4 NYA INFORMATIONSSYSTEM – SAMMANSLAGNING AV DATORER OCH KOMMUNIKATIONSTEKNIK.....	10
1.5 TIDIGARE STUDIER INOM PROBLEMOMRÅDET	14
1.6 STUDIENS UPPLÄGGNING JÄMFÖRT MED TIDIGARE FORSKNING	18
1.7 STUDIENS SYFTE	24
1.8 CENTRALA BEGREPP I STUDIEN	24
1.9 BOKENS DISPOSITION.....	26

KAPITEL 2 TOLKNINGSRAM.....28

2.1 INTEGRERAD PRODUKTUTVECKLING – ETT INFORMATIONSPERSPEKTIV	28
2.2 KOMMUNIKATIONSSTRUKTUR	33
2.3 AKTIVITETS- OCH AKTÖRSSTRUKTUR	38
2.4 INFORMATIONSTEKNOLOGI OCH ORGANISATIONSFÖRÄNDRING.....	39
2.5 UNDERSÖKNINGSMODELLEN	42

KAPITEL 3 METOD.....47

3.1 STUDIEDESIGN	47
3.2 DEN EMPIRISKA BAKGRUNDEN.....	50
3.3 DATAINSAMLINGEN	52
3.4 ANALYSEN	55
3.5 EN DISKUSSION AV STUDIENS KVALITET.....	60

KAPITEL 4 INTERORGANISATORISKA INFORMATIONSSYSTEM PÅ GAMMA.....63

4.1 PRODUKTUTVECKLINGEN PÅ GAMMA	63
4.2 KOMMUNIKATIONSSTRUKTUR	76
4.3 AKTÖRSSTRUKTUR.....	87
4.4 AKTIVITETSSTRUKTUR.....	101

KAPITEL 5 FÖRÄNDRING AV DEN INTERORGANISATORISKA STRUKTUREN VID ANVÄNDNING AV NYA INFORMATIONSSYSTEM.....	110
5.1 FÖRÄNDRING AV KOMMUNIKATIONSSTRUKTUREN	110
5.2 FÖRÄNDRING AV AKTÖRSSTRUKTUREN	120
5.3 FÖRÄNDRING AV AKTIVITETSSTRUKTUREN.....	128
5.4 PRINCIPIELLA SLUTSATSER	132
5.5 KOMMUNIKATION OCH STRUKTUR – FÖRDJUPAD ANALYS	133
5.6 INTERORGANISATORISK STRUKTURERING VID INFÖRANDE AV IOS	142
KAPITEL 6 NY INFORMATIONSTEKNOLOGI I KOMPLEX INTERORGANISATORISK PRODUKTUTVECKLING – OKLARHETSGRÄNSER OCH KOMMUNIKATION.....	144
6.1 KOMMUNIKATIONSRIKEDOM OCH OKLARHETSGRÄNSER I INTERORGANISATORISKT SAMARBETE.....	144
KAPITEL 7 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE FORSKNING OCH DISKUSSION AV STUDIENS BIDRAG	150
7.1 TIDIGARE FORSKNING I FÖRHÅLLANDE TILL STUDIEN.....	150
7.2 STUDIENS TILLÄGG TILL EXISTERANDE KUNSKAP	159
7.3 STUDIENS PRAKTISKA IMPLIKATIONER	167
7.4 GRANSKNING AV GRUNDERNA FÖR STUDIENS SLUTSATSER.....	170
7.5 FORTSATT FORSKNING INOM OMRÅDET	172
KAPITEL 8 ENGLISH SUMMARY.....	174
APPENDIX.....	186
OLIKA DATAKÄLLOR SOM ANVÄNDS I STUDIEN	186
EN FÖRDJUPAD DISKUSSION OM INTERVJUERNA.....	187
EN FÖRDJUPAD DISKUSSION OM ANVÄNDANDE AV CAD-KOMMUNIKATION SOM DATAKÄLLA	194
FIGURFÖRTECKNING	197
TABELLFÖRTECKNING.....	198
REFERENSLISTA	199

Kapitel 1

Produktutveckling i samarbete och nya informationssystem

1.1 Prolog

Sven tog en paus, reste sig upp och gick mot dörren för att fylla på vattenglasets som han numera alltid hade framför sig på skrivbordet. Två liter om dagen, hade näringsfysiologen sagt. "Som om man har tid att springa och hämta vatten hela dagarna, vi har ju ett jobb att sköta också", hade han skämtat med de andra gubbarna på det där mötet före semestern. Men nu tyckte han att han kände sig bättre när han drack mycket. Han var mer vaken, särskilt på eftermiddagarna.

Och vaken behövde han vara, för om mindre än 2 månader skulle den nya produkten lanseras, en produkt som han varit med att skapa för tre år sedan och som han levt med sedan dess, under hela det långa utvecklingsarbetet. "Om folk bara insett hur mycket jobb utvecklingen av en sån här möjäng kräver, hade de betalt dubbelt så mycket", tänkte han. Varje vinkel skulle gås igenom och stämmas av på en tiondels millimeter när, varenda en av de tusentals komponenterna skulle anpassas till varandra och granskas i minsta detalj. Ingenting fick lämnas åt slumpen. Och sedan till råga på allt alla dessa människor som var inblandade! Först skulle alla komma överens om vad som måste göras. Det var någorlunda enkelt. Men därefter kom de riktiga långbänkarna, när konstruktionsjobbet skulle göras och alla ändringsförslag hanteras. Särskilt svåra var de där sista-minuten-ändringarna från tjejerna och killarna på marknadsavdelningen. Det var ju lätt för dem att begära ändringar, men vilket jobb för oss på konstruktionsavdelningen! "Och för våra leverantörer", mumlade han halvhögt när han tog tag i handtaget till dörren, som ledde ut till det öppna kontorslandskap där företagets nästa produkt – och därmed också dess framtid – just nu höll på att formas.

Väl framme vid vattenautomaten spanade han ut över konstruktionsavdelningen, som han kände så väl efter närmare 20 år i företaget. Denna gråmulna oktoberdag spelade en lysrörsgloria kring konstruktörerna som lite helgonlika satt där och stirrade på sina datorskärmar. För det var ju där produkten fanns, inne i CAD-systemen, som på kort tid blivit utvecklingsarbetet hjärta och själ. Eller kanske dess blodomlopp; i själva verket skickades den här informationen hela tiden runt mellan olika parter, för att stämmas av och kontrolleras mot angränsande utvecklingsinsatser. Det var nog bra att komma överens om en sak på telefon eller vid ett möte, men det var först när man jämförde CAD-filer som man visste, om förändringarna skulle fungera eller ej. "Hur

klarade vi oss någonsin utan de här systemen?", tänkte han förvånat. Han tömde hastigt det nyss påfyllda glaset, satte åter ner det för påfyllning, valde den blå kranen för kallt vatten och betraktade luftbubblan som vandrade till toppen av plastbehållaren samtidigt som vattenautomaten andades in med ett nästan mänskligt ljud.

"Det är mycket som förändrats här sedan jag började, inte bara det här med CAD", formulerade han tyst för sig själv när han sedan tog det fyllda vattenglasets och gick tillbaka till sitt kontorsrum. Det nya arbetssättet – Systemgrupperna – var den sista i raden av idéer som genomförts och den förändringen trodde Sven verkligen på. "Det är ju klockrent att sitta tillsammans när man hanterar komplex produktutveckling och måste kommunicera mycket och spontant", hade konsulten sagt när de pratat med varandra över en öl efter den lite formella presentationen av systemgruppstanken. Och Sven var en av de som hårdast hade slagits för att också leverantörerna skulle ingå som medlemmar i de här grupperna. De blev ju allt viktigare i utvecklingsarbetet och han trodde verkligen på den lite sloganartade formuleringen som hade antagits i protokollet från ett av de inledande mötena om systemgrupperna sommaren 1995: "Med den nya strategin blir leverantörerna en allt viktigare del av utvecklingsarbetet och om vi kan involvera dem tidigt i arbetet kan många onödiga fel undvikas. Det är inte längre vi och de, utan de är våra Partners". Tanken var att man skulle ha ett nära samarbete med ett fåtal partners som tog helhetsansvar för produktutveckling och produktion. Även om man inte nått ända fram, det erkände han, hade man kommit långt på vägen. Han vandrade vidare mot sitt rum, märkbart stolt över att vara en viktig del av denna utveckling.

När han tog tag i dörrhandtaget mindes han plötsligt måndagsmötet tidigare i veckan, denna numera slentrianmässiga genomgång av vilka aktiviteter som avslutats och vilka som skulle klaras av fortsättningsvis. Peter, som ansvarade för CAD-användning tillsammans med externa parter, hade samlat in statistik över hur den nya varianten av CAD, den som gjorde det möjligt att skicka ritningar till och från leverantörerna, hade använts den senaste tiden. Det var spännande att se hur mycket information som skickades fram och tillbaka mellan företaget och externa parter. Här fanns ju ett påtagligt bevis att vi kommunicerade intensivt med omgivningen, att vi verkligen var ett 'Extended Enterprise' som företagsledningen alltid framhöll! Men vad var det Peter hade svarat, när han själv hade frågat vilka leverantörer som var mest aktiva i kommunikationen? Sven hade grunnat så mycket på detta, att han kom ihåg svaret nästan ordagrant: "Nja, leverantörer, det är inte så mycket materialleverantörer, utan mest konsulter som vi kommunicerar med", hade Peter sagt. "Konsulter – och dessutom ökade deras betydelse när det nya CAD-systemet infördes", tänkte Sven lite frustrerad när han slog sig ner vid skrivbordet. "Jag hade ju hoppats på att han skulle säga Partners, att vi nu skulle få bevis för att vår Partnerstrategi äntligen hade lyckats, att vi arbetade mest intensivt tillsammans med dem.". Sven samlade ihop sina pennor – gula, röda och blå – i en prydlig rad framför sig på skrivbordet, varpå han plockade

upp telefonen för att slå Peters internummer. "Konsulter. Varför i hela fridens namn då och vad innebär det?" ringde det i hans huvud samtidigt som han hörde hur det klickade till i hörluren när Peter svarade i sin mobiltelefon.

Denna inledande berättelse ger en översiktlig beskrivning av problemet som behandlas i avhandlingen – produktutveckling och hur en systemintegratör samarbetar med leverantörer för att utveckla komplexa produkter. Förutom att ge en miljöbeskrivning där vissa läsare säkert kan känna igen sig, illustrerar berättelsen också betydelsen av datorbaserade informationssystem för att hantera stora datamängder i utvecklingsarbete, särskilt i samarbete med leverantörer. Resterande del av detta kapitel ägnas åt att problematisera den inledande illustrationen och åt att diskutera hur problemet studeras.

1.2 Introduktion

Det är ofta omöjligt för en organisation att ensam utveckla komplexa produkter, eftersom de innefattar många och olika teknologier. Istället sker produktutveckling i samverkan mellan organisationer – så kallade interorganisatoriska samarbeten. Systemintegratören, det vill säga den organisation som har direkt kontakt med slutkunderna och ansvarar för produktutvecklingen, delar då upp utvecklingsarbetet i delsystem, som utvecklas av olika organisationer och sedan sammanförs till ett integrerat system. Samarbeten av den här typen ställer höga krav på integrationsförmågan hos systemintegratören eftersom det är fråga om att sammanlänka arbetsinsatser från organisationer med dels olika och ibland motsägelsefulla målbilder, dels olika kompetenser, traditioner och arbetssätt.

Integreringen kräver att organisationerna kommunicerar med varandra. Genom kommunikationen ges förutsättningar för ömsesidiga anpassningar av planer samt av tekniska lösningar och administration. Ju komplexare beroendeförhållandena är mellan olika arbetsinsatser, desto större blir kommunikationsbehovet. Kommunikation mellan människor beror av deras ansträngningar till ömsesidig förståelse, men ett grundkrav för kommunikation är ändå informationsöverföring i någon form.

Olika tekniker för informationsöverföring har använts i organisationer, alltifrån muntlig trädning till senare tids datorbaserade medier. Informationsteknologin erbjuder nu nya möjligheter, bland annat genom att olika organisationers datorsystem länkas samman i 'interorganisatoriska informationssystem'. Dessa system ger möjligheter att effektivisera integrationsarbetet och förändra samarbetsformerna.

Frågan som ställs i avhandlingen är hur formerna för samarbete i komplex produktutveckling kan komma att förändras vid användande av interorganisatoriska informationssystem: Hur förändras kommunikationsmönstren och sättet att fördela

arbetet mellan produktutvecklingens aktörer när de binds samman med nya informationssystem?

Den här presenterade studien knyter an till en tradition inom produktutvecklingsforskningen som diskuterar externa aktörers relationer till ett företags produktutvecklingsverksamhet (se till exempel Allen 1977, Lorenzoni & Lipparini 1999, MacPherson 1998, Ragatz et al. 1997). Den bidrar specifikt till den diskussion som förs av Argyres (1999), Bensaou (1997), Holland (1995) och Hameri och Nihtilä (1997) om hur ny informationsteknologi kan komma att påverka företagets sätt att organisera sitt produktutvecklingsarbete i förhållande till externa aktörer.

Resterande del av detta inledande kapitel ägnas åt att presentera problemområdet. Inledningsvis diskuteras hur förutsättningarna och formerna för produktutveckling har förändrats under senare tid. I anslutning till detta beskrivs också utvecklingen inom informationsteknologiområdet. Dessa två områdens skärningspunkt utgör studiens kärna. I det därpå följande stycket behandlas således de tidigare studier som gjorts inom detta specifika område. Därefter anges syftet med denna studie och kapitlet avslutas med att centrala begrepp definieras, samt med att avhandlingens disposition presenteras.

1.3 Produktutveckling i samarbete med externa parter

För en systemintegratör finns ett val, explicit eller implicit, mellan att själv utveckla produkter och delsystem eller att låta externa aktörer göra det. Studien intresserar sig för de fall där systemintegratören väljer att lägga en stor del av utvecklingen utanför den egna organisationen.

Intern utveckling kan leda till fördelar som företagsunika lösningar, hög grad av kontroll över utvecklingsprocessen och ökad förmåga att integrera skilda delsystem. Det kan emellertid också innebära att produkten inte innehåller den senaste teknologin, att kostnaderna för tillverkning blir höga och att utvecklingsorganisationen måste vara stor i förhållande till försäljningsvolymen.

Utveckling med hjälp av externa aktörer undviker flera av riskerna med att låta den interna organisationen ta hela ansvaret för utvecklingsarbetet. Det finns följaktligen ett antal grundläggande anledningar till varför en systemintegratör väljer att samarbeta med externa aktörer inom produktutvecklingen. Systemintegratören kan behöva tillgång till resurser som innehas av aktörer utom organisationens direkta kontroll (Pfeffer & Salancik 1978) och när produktkomplexiteten ökar ger samarbete förbättrad tillgång till nödvändiga teknologier. Samtidigt medför samarbete att kostnader och risker delas med externa aktörer (Teece 1989, Ragatz et al. 1997). Den finansiella risken blir lägre, eftersom erforderlig utvecklingspersonal i högre grad finns utanför företaget (Hagendoorn 1993) och höjden i tekniklösningarna kan öka eftersom specialister inom de olika produktdelsystemen utnyttjar specifik kunskap och erfarenhet (Bruce et al. 1995, Ragatz et al. 1997). Externa aktörers medverkan i produktutvecklingsprojekt kan

också förbättra resultaten genom att systemintegratören kan minska utvecklingstider och utvecklingskostnader samt få tillgång till kunskap och erfarenhet hos leverantörerna tidigt i utvecklingsprocessen (MacPherson 1998, Wasti & Liker 1997).

Vidare kan volym- och kompetensflexibiliteten öka eftersom externa specialister i högre grad är utbytbara än fast anställd personal (Scott 1998: 194). En systemintegratör med stora interna utvecklingsresurser disponerar ofta tillräcklig kapacitet för att klara beläggningstoppar i utvecklingsarbetet men drabbas inte sällan av onödigt stora kostnader vid låg beläggning. Genom att placera produktutvecklingsarbete utanför företaget, når systemintegratören en hög grad av volym- och teknologiflexibilitet. Genom att samarbeta över organisationsgränserna kan systemintegratören förfoga över det stora företags förmåga och resursbas men undvika dess nackdelar:

“The buyer firm’s ability to enhance cooperative relationships can often substitute for more comprehensive forms of integration and can allow the firm to emulate the functional aspects of large integrated enterprises, without the dysfunctions associated with large size.” (Wasti & Liker 1997: 339)

När en stor del av produktutvecklingen sker utanför den egna organisationen, ökar å andra sidan behovet av att integrera de olika produktbidragen över organisationsgränserna. Det innebär ökad risk för suboptimering och konflikter mellan smalt definierade specialistgrupper (Fujimoto et al. 1996). Svårigheterna att integrera arbetet mellan olika aktörer växer när samarbete sker över organisationsgränser, eftersom olika organisationer har olika arbetssätt, målbilder och förståelseramar (Allen 1977, Dess & Beard 1984).

Argument för och emot intern respektive extern organisation av produktutveckling sammanfattas i nedanstående tabell (Tabell 1).

Tabell 1. Val av produktutvecklingsupplägg: principiella effekter

Konsekvenser för produkt-utvecklaren	Intern produktutveckling	Extern produktutveckling
Teknologi-utveckling	Hög grad av specialisering inom enskilda teknikområden. Hög kunskapsnivå inom valt område. Risk att egenutvecklade delsystem inte innehåller senaste teknologin. Möjlighet att hemlighålla information om tekniklösningar.	Låg grad av specialisering och låg kunskapsnivå inom enskilda teknikområden. Ökad kunskapshöjd, eftersom specialister kan bidra med senaste teknologi för varje lösning.
Teknologi-integrering	Integrering internt: hög grad av kontroll på utvecklingsprocessen. Informell integrering; möjlighet att hantera förändrade förutsättningar.	Mer komplex integreringsprocess över organisationsgränser. Formell integrering; ändrade förutsättningar kan leda till kostsamma omförhandlingar.
Övriga konsekvenser	Högre finansiell risk. Försämrat kostnadsläge om volymen är låg (kritisk massa krävs inom varje teknikområde). Unik kunskap inom enskilda teknologier kan ge strategiskt unika positioner.	Hög (långsiktig) teknik- och resursflexibilitet. Låg finansiell risk. Delade tekniklösningar med konkurrenter ger kostnadsfördelar. Teknologiintegrering som särskilt kunskapsområde.

Det finns för- och nackdelar både med intern och extern produktutveckling. Organisationer har dock ökat inslaget av extern produktutveckling under senare tid, en trend som belyses i nästa stycke.

1.3.1 Förekomsten av samarbete i produktutveckling

Produktutvecklingssamarbeten med externa parter sker inom en mängd olika branscher, till exempel inom bioteknikindustrin (Nohria & Eccles 1992), bilindustrin (Cusumano 1985, Smitka 1991) och datorindustrin (Eisenhardt & Tabrizi 1994, Norén et al. 1995).

Andelen produktutvecklingssamarbeten verkar också öka inom dessa industrier. Inom amerikansk bioteknikindustri innefattade endast 23 procent av produktutvecklingsrelationerna 1989 någon typ av samägande. Resterande del byggde istället på licensavtal, forsknings- och/eller utvecklingsavtal eller leveransavtal med teknologi som delkomponent i den fysiska leveransen (Barley et al. 1992). Av de nystartade bioteknikföretagen 1986 baserades endast 8 procent på en moder-dotterbolagsrelation med ett

existerande bolag i branschen, medan över hälften av företagen hade relationer till existerande bolag genom allianser och joint ventures. Håkansson (1987) fann att ungefär 50 procent av utvecklingsresurserna i tillverkningsindustrin engagerades i projekt där externa parter var av stor betydelse. Samarbete med externa parter har blivit en central del av strategin hos aktörer i många olika industriella sammanhang (Lorenzoni & Lipparini 1999) och denna utveckling förutspås fortsätta. För till exempel bilindustrin har det uppskattats att andelen utvecklingsarbete som utförs av underleverantörer och andra externa parter i Europa, kommer att öka från 40 till 50 procent i början av 2000-talet (Maxton & Wormald 1995).

Strategin att låta externa parter ta större ansvar för produktutvecklingsarbetet innebär ofta att systemintegratören kan utveckla lika många produkter med en lägre andel fast anställd personal. Externalisering av produktutveckling kan därför ses som en del av en allmän 'downsizing'-trend bland organisationer, där allt mer arbete läggs utanför den egna organisationen. Företag vill i allt lägre grad ta på sig ansvaret för fast anställd personal och mellan 1979-1993 minskade antalet anställda i USAs 500 största företag från 16,5 till 11,2 miljoner (Scott 1998:193). I Sverige syns tecken på samma trend i framväxandet av företag, som hyr ut personal under viss tid för både avancerade engångsinsatser och rutinsysslor.

Formerna för produktutvecklingssamarbetet har också förändrats. Efterhand som komplexiteten i produkterna ökat har det antal teknikområden och det antal aktörer som involveras i utvecklingen mångfaldigats. Varje enskilt projekt har blivit mer komplext och uppgiften att koordinera externt utvecklingsarbete har ökat i omfattning (Clark & Fujimoto 1991). Ett sätt att hantera den ökade komplexiteten är att minimera antalet relationer till omvärlden och istället bygga leverantörshierarkier (Smitka 1991). Systemintegratörens leverantörsnätverk är i sådana fall uppdelat i olika nivåer där denne kan utnyttja en stor mängd leverantörer men har direkt relation enbart med ett fåtal, vilka i sin tur har direkt kontakt med ett (annat) fåtal, och så vidare (Smitka, 1991:15). Ur systemintegratörens synvinkel har detta inneburit relationer med färre antal leverantörer som var och en svarar för en större del av produkten. De leverantörer som har en nära relation till systemintegratören deltar oftast direkt i utvecklingsarbetet. I till exempel amerikansk bilindustri utförde leverantörerna direkt utvecklingsarbete i en majoritet av dessa samarbeten (Birou & Fawcett 1993).

1.3.2 Externa aktörer involverade i produktutvecklingssamarbeten

Interorganisatoriska samarbeten inom komplex produktutvecklingen beskrivs ofta som leverantörers medverkan i en av systemintegratören ledd produktutvecklingsinsats (till exempel Bensaou 1997, Clark & Fujimoto 1991, Ragatz et al. 1997 och Smitka 1991). I dessa fall finns en central aktör – systemintegratören – och ett antal perifera aktörer –

leverantörerna. Produktutvecklingsnätverken kallas i dessa fall 'lead-firm networks' (Lorenzani & Lipparini 1999)¹. En sådan syn på produktutvecklingssamarbeten utgör grunden för denna studie eftersom den fokuserar på komplex produktutveckling, där systemintegratören vanligtvis har en central och styrande roll (Smitka 1991).

Vikten av att hantera leverantörsrelationer uppmärksammades i samband med forskning om det 'japanska undret' – det vill säga det faktum att japansk industri under efterkrigstiden lyckades med konststycket att konkurrera ut en stor del av västerländsk industri särskilt inom fordons-, kamera- och elektronikbranscherna (Cusumano 1985, Smitka 1991). Japans framgångar inom komplex tillverkande industri tillskrevs bland annat ett nytt resurseffektivare sätt att planera och utföra utveckling, tillverkning och distribution av produkter som benämndes 'lean production' till skillnad mot det västerländska massproduktionssystemet (för en utförlig diskussion, se Womack et al. 1990). Analysen visade bland annat på att de japanska konkurrenskraftiga företagen planerade för och integrerade externa aktörers medverkan och bidrag till verksamheten. Bland annat påverkades kundernas efterfrågan så att produktionen kunde effektiviseras, men också leverantörernas medverkan styrdes av systemintegratören så att det övergripande systemet (där systemintegratören var nav) blev så effektivt som möjligt. Smitka (1991) beskrev systemintegratörens sätt att organisera sin leverantörsomgivning genom nivåbegreppet ('tiers'). Endast ett fåtal aktörer hade här kontakt med systemintegratören medan varje direktleverantör i sin tur hanterade en egen grupp av leverantörer. På detta sätt skiftades leverantörsstrukturen i flera nivåer.

Denna organisationsprincip fick effekter också på hur produktutvecklingsarbetet organiserades eftersom kraven på att leverantörerna skulle ta ansvar för produktutvecklingen ökade under 1980-talet (Smitka 1991:83). Ju effektivare och bättre externa aktörer kunde bidra till produkterna desto konkurrenskraftigare blev systemintegratören. Imai et al. (1987) menar att de flesta japanska systemintegratörer i detta syfte använder sig av ett externt nätverk som består av tre enheter: (1) Leverantörsnätverket, som består av mindre och medelstora företag som tillverkar detaljer (Det är dessa företag som enligt ovan i högre grad tar på sig utvecklings- och testansvar i produktutvecklingsarbetet), (2) Associerade företag, vilka kan fungera som råvaru-/materialleverantörer eller som försäljningsorganisation, samt (3) F&U-nätverket som består av specialiserade utvecklingsresurser från antingen företag, universitet eller stat.

¹ 'Lead-firm networks' bör jämföras med industriella nätverk (till exempel Håkansson & Snehota 1989 och Håkansson 1990, specifikt för produktutveckling Norén et al 1995) eller sociala nätverk i allmänhet (Rogers och Kincaid 1983). I dessa nätverksmodeller poängteras inte lika hårt tanken på att det finns en central aktör. Detta beror bland annat på att modellerna utvecklats från en bred bas av industriella logiker och ej speciellt för komplex produktutveckling eller för sociala sammanhang i allmänhet såsom bysamtälligheter och kommunal verksamhet.

Imai et al. (ibid.) hävdar att det till största del är Leverantörsnätverket som kan påverka produktutvecklingens produktivitet och flexibilitet.

Utöver materialleverantörer finns också andra typer av aktörer i produktutvecklingsarbetet. Kunderna kan till exempel spela en betydelsefull roll för att vid vissa tillfällen tillföra kunskap och resurser (von Hippel 1988). I den löpande verksamheten krävs dessutom ofta att ingenjörbyråer, prototypstillverkare, managementkonsulter, med flera är involverade (Clark & Fujimoto 1991, Kamath & Liker 1994, MacPherson 1998). Tidigare studier inom området poängterar behovet att låta aktörer av ovanstående typer ingå inom de systemavgränsningar som görs (Wasti & Liker 1997).

Som inledningsvis nämnades, står kommunikationen i centrum för denna studie. Därmed innefattas olika typer av aktörer, alltså inte bara materialleverantörer. Fokus på informationsöverföring medför också att systemavgränsningarna ges efterhand som produktutvecklingen fortgår och informationen flödar mellan aktörer (Rogers & Kincaid 1983).

1.3.3 Kommunikation i produktutveckling

Kommunikation spelar en central roll när man försöker uppnå två kritiska mål för forsknings- och utvecklingsorganisationer. För det första måste en sådan organisation ha uppdaterad ('state-of-the-art') information om sin teknologibas. För det andra måste aktiviteter integreras över funktionsgränser när man utvecklar produkter med bidrag från olika tekniska discipliner och denna integrering kräver att de inblandade organisationerna kommunicerar med varandra (Allen & Hauptman 1987).

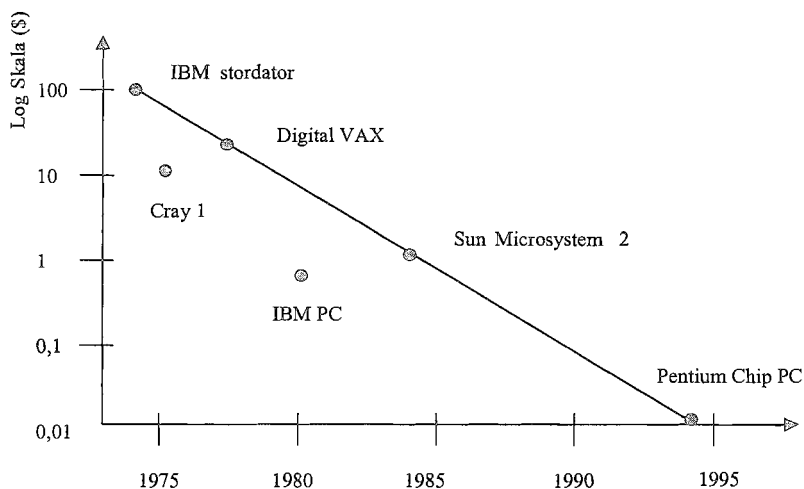
Enligt tidigare diskussion är integreringsproblemet särskilt viktigt för komplex produktutveckling och 'tvärfunktionell integrering' är ett viktigt tema i senare tids forskning (Clark & Fujimoto 1991). Med detta menas att olika funktioners förutsättningar tidigt och samtidigt måste tas hänsyn till i produktdesignen för att en sekventiell och tidsödande process skall undvikas och för att säkerställa att produkten kan produceras effektivt och möta skiftande kundbehov. Tvärfunktionell integrering kräver tvärfunktionell kommunikation. Det är därför primärt att den tvärfunktionella kommunikationen fungerar tillfredställande om komplex problemlösning tidigt skall kunna hantera en så fullständig problembild som möjligt och därmed uppnå det avsedda målet (ibid.).

Kommunikationsbehovet gäller även för interorganisatorisk produktutveckling. När en systemintegratör samarbetar med en eller flera leverantörer ligger det i dennes intresse att ha kontroll över leverantörernas beteende så att de bidrar till systemintegratörens måluppfyllelse (Pfeffer & Salancik 1979:143ff). Ett sätt att koordinera ömsesidigt beroende med omgivningen i de fall man inte kan utöva ett direkt ägarinflytande, är genom kommunikation (ibid. s. 152). Kommunikation gör att en organisation kan klargöra förväntningar och uttrycka önskemål om den andra partens beteende i

samarbetet. För komplex produktutveckling med en stor del externa bidrag blir kommunikationsbehovet större, eftersom många teknologiområden är utspridda på olika organisationer (Dess & Beard 1984). I dessa fall måste olika grupperingar inom respektive produktutvecklingsenheter kommunicera över organisationsgränserna. Ett sätt att effektivisera kommunikation mellan enheterna har varit att utnyttja framstegen inom informationsteknologiområdet, särskilt sammanslagningen mellan dator- och telekommunikationsteknik.

1.4 Nya informationssystem – sammanslagning av datorer och kommunikationsteknik

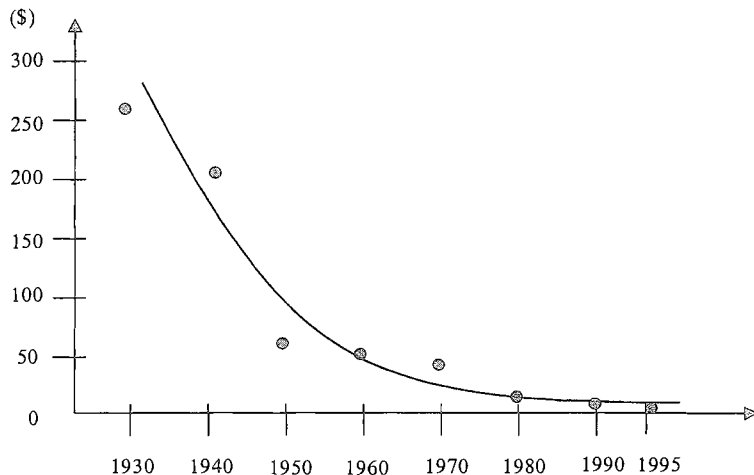
Datorbaserade informationssystem har utvecklats starkt, ibland oväntat starkt. IBM uppskattade på 1950-talet att dess Magnetic Drum – en stordator av tidens snitt med en informationsbearbetningsförmåga motsvarande en modern videobandspelare – skulle kosta 150 000 SEK per månad att hyra och ha en global marknadspotential om några stycken (Boisot 1998). Lika konservativa var bolaget i sin uppskattning av persondators spridning när den introducerades 1981. De försiktiga ursprungsprognoserna visade sig vara fel och 1995 såldes mer än 75 miljoner enheter i världen. En persondator vid den tidpunkten hade 10 000 gånger så stor informationsbearbetningskapacitet som en normal stordator på 1970-talet (Jonscher 1994). Utvecklingen över tiden av pris för en given prestanda framgår av nedanstående figur (Figur 1).



Figur 1. Jämförbar kostnad för informationsbearbetning (Boisot 1998)

Samtidigt som pris/prestandarelationen för informationsbearbetningskapacitet förbättrats väsentligt, har även överföringskapaciteten inom telekommunikationsområdet och kostnaden för denna haft en markant positiv utveckling. Som jämförelsebas kan

användas ett 3-minuters samtal mellan London och New York, för vilket kostnaden minskat kraftigt under 1900-talets senare hälft (Figur 2).



Figur 2. Jämförbar kostnad för ett 3-minuters samtal mellan London och New York 1930-1995 (Boisot 1998)

Under framförallt 1990-talet och särskilt under dess senare hälft har den tekniska utvecklingen inom informationsteknologiområdet inriktats mot att koppla ihop olika datorer i nätverk. Förutom att man byggt datornätverk privat och för specifika företag har också det publika telekommunikationsnätverket tagits i anspråk och byggts ut för att möjliggöra snabb överföring av stora informationsmängder mellan olika datorer (Jonscher 1994). Alla individer och organisationer som är uppkopplade till ett publikt telenät kan därmed enkelt utbyta tidigare stationära datamängder med varandra. Fenomenet har kallats '(informationsteknologi-)konvergens', med vilket avses att datorer och telekommunikationsutrustning vävs samman i transparenta system (Essler 1998:14-20)².

1.4.1 Interorganisatoriska informationssystem och organisering av ekonomisk aktivitet

IT-konvergens utgör grunden för de elektroniska informationssystem som denna studie intresserar sig för, nämligen de interorganisatoriska informationssystemen (IOS). Att

² Telekommunikationsutrustningen utgör bäraren av datakommunikation. Telekommunikation refererar vanligtvis till analog kommunikation över telenätet medan datakommunikation refererar till digital kommunikation. Interorganisatoriska informationssystem bygger på den digitala kommunikationsdimensionen (Essler 1998: 14)

organisationer kan förändras efterhand som ny teknologi utvecklas och tas i bruk har intresserat forskningen under lång tid. Woodward (1965) och Thompson (1967) såg teknologi som generellt styrande för organisationers funktion och form och utifrån samma logik har förutspåtts att allt mer omfattande och kraftfulla datorbaserade informationssystem väsentligt kommer att påverka många organisationer (se till exempel Leavitt & Whisler 1958, Zuboff 1988 och Heydebrand 1989).

De interorganisatoriska informationssystemen förekommer rikligt i senare tids forskning om hur organisationers form och funktion kan komma att förändras (Malone et al. 1987, Bakos 1991, Malone & Crowston 1994, Jonscher 1994, Nolan & Croson 1995 i Pickering et al 1995). Många studier har definierat problemet med interorganisatoriska informationssystem och dess påverkan på organisationer som ett transaktionskostnadsproblem (Williamson 1985) och då fokuserat förändringen av industristrukturer. Frågan om eventuella förändringar till förmån för antingen marknad eller hierarki har varit central (se till exempel Malone et al. 1987, 1989, Bakos 1991, Allen & Hauptman 1987, Croisier 1998).

Förklaringskraften hos den transaktionskostnadekonomiska teorin har dock ifrågasatts i detta sammanhang. Teorin utgår från en statisk syn på relationer, där varje transaktion utgör analysenhet. Förändringsprocessen utelämnas ur analysen. Men förändring innebär i sig en utveckling över tiden, vilket också har påpekats inom informations-systemsrelaterad forskning (Orlikowski 1996). En transaktionskostnadsrelaterad ansats är därför mindre lämplig för den dynamiska analys som krävs (Lorenzoni & Lipparini 1999).

I denna studie väljs ett alternativt sätt att definiera problemet, utifrån en annan teoretisk referensram. Frågan om marknad respektive hierarki handlar bland annat om hur många aktörer som är representerade för en given transaktion men också om *formen* för varje enskild relation – det kan vara en engångshändelse att två aktörer möts eller också utgör mötet en del i ett längre samarbete. För en given relation mellan olika aktörer – samarbetet – kan formen förändras, när nya interorganisatoriska informationssystem tas i bruk. Då handlar det alltså snarare om förändring av formerna för arbetets genomförande och tillvägagångssättet i problemlösningen i samarbete med externa parter än förändring av övergripande industristrukturer. Det innebär dels ett annorlunda val av analysnivå och analysenhet, dels ett annorlunda fokus och definition av organisationsform. Fokus skiftar från industrin sedd som ett antal anonyma aktörer, till relationer och samsarbetsformer mellan definierade aktörer. Studiedesignen skiftar från statisk – utgående från transaktioner – till dynamisk – med fokus på relationer. Studier inom denna tradition har genomförts inom informationsteknologiområdet till exempel av Zuboff (1988) och Orlikowski (1988) samt specifikt inom interorganisatorisk produktutveckling av bland andra Wasti & Liker (1997), Ragatz et al. (1997) och Lorenzoni & Lipparini (1999). Det är på de här senast berörda frågorna arbetet i studien koncentreras.

1.4.2 Interorganisatoriska informationssystem i produktutvecklingsarbete

Produktutveckling är en kommunikationsintensiv verksamhet och kan därför komma att påverkas väsentligt genom användandet av interorganisatoriska informationssystem (Bakos 1991). Produktutvecklingsarbete innebär att informationsrika geometriska beskrivningsmodeller skapas och överförs mellan olika aktörer, som successivt utvecklar en mer detaljerad beskrivning av produkten. Intensiv kommunikation sker mellan aktörerna för att klargöra vad som skall utföras och hur arbetsuppgifterna skall koordineras (Clark & Fujimoto 1991).

Kopplingen mellan informationssystemen och produktutvecklingen har i vissa fall kunnat påvisas empiriskt. Tillgång till sammanlänkade och gemensamma informationssystem för integrering av externa aktörer visade sig vara en viktig faktor för att identifiera framgångsrika systemintegratörer och skilja dem från mindre framgångsrika (Ragatz et al. 1997). Dels framträdde informationssystemen som enskild påverkande faktor, dels som en förutsättning för en annan viktig faktor, nämligen direkt tvärfunktionell kommunikation över organisationsgränserna (ibid. s. 195). De nya informationssystemen har möjliggjort fler (virtuella) iterationer i problemlösningen per tidsenhet, något som i sin tur har medgett förkortning av produktutvecklingstiden, eftersom man kunnat börja den fysiska utvecklingen från en högre kunskapsnivå (Fujimoto 1997:31).

De mest betydelsefulla interorganisatoriska informationssystemen för produktutvecklingsarbete är de som beskriver produkten geometriskt (Hameri & Nihtilä 1997). De kallas allmänt CAD-system och bidrar till koordinering och kommunikation mellan olika aktörer i produktutveckling genom att integrering kan ske via ett gemensamt format och som ett nätverksliknande informationsutbyte med utnyttjande av en och samma datamodell (Baba & Nabeoka 1998)³. Baba och Nabeoka (ibid.) identifierade tre stadier i utvecklingen och användandet av CAD. Det sista stadiet inleddes 1995 och innebar en övergång till renodlad användning av 3-dimensionella CAD-ritningar (se Tabell 2). Denna övergång var startskottet för en verklig parallellisering av produktutvecklingsaktiviteterna

³ CAD står för 'Computer Aided Design'. Se vidare i slutet av detta kapitel.

Tabell 2. Stadier i CAD-utveckling efter användningssätt (Baba & Nabeoka 1998)

Stadium	Introduktion	Spridning	Integration
CAD-system	Blandning 2-D/3-D	Blandning 2-D/3-D	3-D
Primärt syfte	Effektivitet i ritningsöverföring till NC	Spridning och högre effektivitet för överföring	Verklig 'concurrent engineering'
Förhållande till traditionell PU	Stöd för effektiv överföring av ritningar och data till NC-maskiner	Stöd för effektiv överföring av ritningar och data till NC-maskiner	Förändring i underliggande PU-logik
Tidsrymd (bilindustrin)	1970-1985	1985-1995	1995-

Den nya typen av informationssystem ger systemintegratören nya möjligheter att koordinera externa parter bidrag och forma nya sätt att samarbeta inom produktutveckling.

1.5 Tidigare studier inom problemområdet

Inledningskapitlets två huvudteman: 'produktutveckling i samarbete' och 'nya interorganisatoriska informationssystem' är sammanlänkade genom att informationssystemen ger möjlighet att effektivisera den interorganisatoriska koordineringen i produktutvecklingsprojekten. Eftersom utvecklingsverksamheten är kommunikationsintensiv används systemen i stor omfattning och kan därför förväntas ha effekter på formerna för samarbete mellan parterna. Problemområdet utgörs av de båda huvudtemans skärningspunkt 'interorganisatoriska informationssystem i produktutveckling' och det är här studien lämnar sitt huvudsakliga bidrag.

Det finns ett fåtal undersökningar gjorda inom detta problemområde. I det följande behandlas fyra stycken som är särskilt närliggande, nämligen Argyres (1999) studie av B-2 (Stealth)-projektet inom amerikansk militärflygindustri, Bensaous (1997) studie av japanska och amerikanska leverantörer inom bilindustrin, Hollands (1995) studie av brittisk textilindustri samt Hameri & Nihtiläs (1997) studie av ett internationellt projekt inom högteknologiutveckling⁴. Även om de tidigare bidragen inte formulerar frågeställningen på samma sätt som görs i denna studie, ligger de till grund för vidareutveckling av slutsatser och kunskap som tas fram. Huvuddragen i arbetssätt och

⁴ Ett anonymiserat fall som inbegriper interorganisatoriska produktutvecklingssamarbeten mellan olika forskningscentra och kommersiella organisationer runt om i världen.

slutsatser i de fyra nämnda studierna redogörs för nedan, medan mer specifika detaljer utvecklas i senare kapitel där denna studies bidrag, relateras till tidigare forskning.

Argyres (1999) studerade vilken påverkan informationssystem har på koordineringen mellan olika företag i produktutvecklingssamarbeten. Han utgår från ett enskilt fall och gör en djuplodande fallstudie av ett unikt komplext projekt: the Stealth Bomber (B-2). Frågan Argyres ställer sig är:

"I investigate the economic mechanisms through which advanced information technology (IT) can enhance coordination within and between firms. The aim is to shed light on the factors that may underlie the changes in economic organization that scholars are observing" (Argyres 1999:163)

De interorganisatoriska informationssystemen bidrog i B-2-fallet till att standardisera kommunikationen genom att förstärka användandet av ett slags 'teknisk grammatik', dvs. ett regelverk kring överföring av teknisk information mellan samarbetande parter. Detta möjliggjorde i första hand en teknisk dialog men den tekniska grammatiken etablerade också ett antal sociala konventioner, som innebar att ingenjörer och projektledare från de olika organisationerna enklare kunde koordinera sina aktiviteter. Standardiseringen minskade på detta sätt kommunikationsbehovet mellan parterna för en given grad av koordinering (ibid. s. 164).

Den tekniska grammatiken fick också indirekta effekter på koordineringen. För det första minskade behovet av att göra investeringar i humanresurser, t.ex. utbildning för ett unikt system eftersom en standard för hela industrin etablerades. För det andra minskade de gemensamma sociala konventionerna behovet av en central aktör för hierarkisk koordinering av projektet. Slutligen innebar informationssystemet att kostnaderna för mätning och kontroll av olika aktörers prestation minskade.

Bensaou (1997) undersökte informationsteknologins roll för att förklara produktutvecklingsamarbeten mellan olika organisationer. Fokus är på vilka faktorer som kan leda till en låg eller hög grad av samarbete och därigenom förändra samarbetsformen.

Informationssystem kan enligt studien inte som enskild faktor förutsäga graden av samarbete mellan organisationer. Dock möjliggör informationssystemen ökat samarbete där övriga kriterier är uppfyllda, genom att minska den ofta begränsande betydelsen av tid och plats:

"In essence, we do not contend that information technology "creates" cooperation, we rather stress its enabling capacity, e.g. at removing the physical, spatial and temporal limitations to communication which hinder effective cooperation even in relations intended and designed to be cooperative. Information technology may provide a customer with the coordination and cooperation capabilities traditionally associated with vertical integration without the cost of ownership." (Bensaou 1997:112)

Interorganisatoriska informationssystem skapar alltså inte men möjliggör och effektiviserar eventuellt djupare samarbete i produktutveckling. Dessa möjligheter kan tas tillvara på olika sätt och strategin för användningen av informationssystemen har betydelse för utvecklingen av arbetsformerna. De amerikanska företagen hade, i full enlighet med sin tradition av marknadsbaserade relationer till externa parter, utarbetat ambitiösa planer för att bygga upp en elektroniska marknadsplats där alla aktörer kunde ingå. Detta ledde inte till högre grad av samarbete. De japanska företagen, däremot, försökte med enkla medel åstadkomma gemensamma informationssystem med sina redan existerande partners ('electronic integration'). Studien ger stöd för slutsatsen att informationssystemen kan användas för att förstärka och förädla ett redan fungerande arbetssätt (ibid. s. 121).

Hameri & Nihtilä (1997) studerade hur kommunikationsmönster utvecklades i ett produktutvecklingsprojekt med ett antal olika organisationer som använde ny web-baserad informationsteknologi för att utbyta teknisk information (primärt CAD-filer). Syftet med studien var att förstå (1) hur datornätverk används som kommunikationsmedia i stora distribuerade produktutvecklingsprojekt och (2) vilka implikationerna var för ledning och organisation av sådana projekt. Till viss del ansluter frågeställningen till problemformulering i denna studien, men den skiljer på en grundläggande punkt, nämligen att Hameri & Nihtilä (1997) är intresserade av informationssystemen och kommunikationen i sig och dess effekter på ledning och organisation av produktutveckling; fokus är på kommunikationsdimensionen av produktutveckling. Denna studie fokuserar istället på interorganisatoriska systems eventuella effekter på relationen mellan kommunikationsdimensionen i produktutveckling och arbetsfördelningen mellan aktörer i produktutvecklingsarbetet; fokus är på kommunikationsdimensionen tillsammans med andra strukturdimensioner (aktör/aktivitet).

De interorganisatoriska systemen användes för att sprida information istället för till verkligt interaktivt arbete där flera parter arbetade på samma modell och delade information via datornätverket (Hameri & Nihtilä 1997). Informationsutbytet var till en början unilateralt med en stor del informationsspridning från systemintegratören till externa parter, medan flödet i senare skeden blev mer bilateralt när de externa parterna bidrog med lösningsförslag för sina respektive delkomponenter (ibid. s. 81).

Holland (1995) undersökte användningen av interorganisatoriska informationssystem (IOS) i brittisk textilindustri och specifikt produktutvecklings- och leveranssamarbetet mellan två stora företag som representerar angränsande steg i en och samma värdekedja.

Företagen valde att utveckla ett IOS gemensamt och var tillsammans tillräckligt stora för att påverka andra aktörer i kedjan. Studien liknar i detta avseende denna studien, eftersom implementeringen av informationssystemet skedde med en officiell eller inofficiell industristandard som grund⁵.

Författaren tar fasta på frågan om implementeringen av ett IOS kommer att ha någon effekt på den interorganisatoriska strukturen (ibid. s. 119) och mer precist om den eventuella strukturförändringen kommer att ske till förmån för 'electronic markets' (Malone et al. 1987, Bakos 1991) eller 'electronic hierarchies' (Johnston & Vitale 1988)? Hollands huvudslutsats är att den vertikala leverantörsstrukturen integrerades ytterligare, vad gäller produktutvecklingsaktiviteterna. Detta är tvärtemot vad Malone et al. (1987) förutspått om att införandet av interorganisatorisk CAD minskar resurs-specificiteten och leder till elektroniska marknader. Holland stödjer hypotesen om elektroniska hierarkier inom produktutveckling, eftersom företagen inom textilindustrin använde IOS för att stärka banden till ett litet antal externa parter (Holland 1995:131). På industriella marknader leder interaktionen mellan affärsstrategier och framväxandet av IOS till interorganisatoriska strukturer, där affärsprocesserna är kopplade mellan organisationer (hierarkier).

De närliggande studiernas problemformulering och huvudsakliga bidrag sammanfattas i nedanstående tabell (Tabell 3).

⁵ Även i Hollands fall var en centralaktör drivande i implementeringen medan andra parter inledningsvis var motvilliga att acceptera övergången till det nya informationssystemet (Holland 1995:123). Men här gällde detta ett unikt system för en specifik leverantörshierarki. I Gammalfallet var IOS-standarderna istället överenskommen mellan ett antal olika systemintegratörer för att gälla hela industrin.

Tabell 3. Närliggande studiers problemformulering och huvudsakliga bidrag

Studie	Problemformulering	Huvudsakliga bidrag
Argyres (1999)	På vilket sätt kan IOS förbättra koordineringen (av PU-projekt) inom och mellan organisationer?	IOS etablerade en teknisk grammatik som underlättade kommunikation om komplexa komponenter och delsystem. Den tekniska grammatiken minskade behovet av investeringar i humankapital och reducerade behovet av en centralt koordinerande enhet. IOS innebar automatiserad mätning och kontroll av olika aktörers insatser.
Bensaou (1997)	Vilken roll spelar IOS för graden av samarbete mellan leverantör och systemintegratör inom produktutveckling (PU)?	IOS kan inte förutsäga graden av samarbete, men möjliggör samarbeten. IOS leder varken till elektroniska marknader eller hierarkier utan förstärker den valda strategin.
Hameri & Nihtilä (1997)	Hur används IOS som kommunikationsmedium inom PU (samt implikationer för ledning av interorganisatorisk PU?)	IOS används i första hand för informationsspridning (ej interaktivt arbete) Kommunikation till en början unilateral, sedan bilateral.
Holland (1995)	Kommer IOS att leda till elektroniska hierarkier eller marknader för PU?	IOS ledde till en högre grad av vertikal integration (elektronisk hierarki) på industriella marknader.

Tidigare forskning reser ett antal nya frågor. En av de mer centrala är hur formen för interorganisatoriskt samarbete i produktutveckling utvecklas i samband med att ny informationsteknologi införs. Denna fråga kan bara besvaras med användande av andra metoder än de som redovisats ovan. Den kräver en studie över tiden av införande-/användandeprocessen av ny informationsteknologi i produktutvecklingssamarbeten.

1.6 Studiens uppläggning jämfört med tidigare forskning

Denna studie utgår från tre övergripande förändringsdimensioner: kommunikation, aktörer och aktiviteter. Valet bygger på Childs (1972) definition av organisationsstruktur där arbetsdelningsbegreppet och frågan om kontroll/integration av olika arbetsinsatser utgör centrala inslag:

"[Structure is] the allocation of tasks and responsibilities to individuals and groups within the organization, and the design of systems to ensure effective communication and integration of effort."

Förändring i ett sådant perspektiv inbegriper individer och grupper, uppgifter och ansvar samt kommunikationssystem för integrering av dessa uppgifter. Studien fokuserar på hur information flödar mellan olika organisationer, vad de olika organisationerna ansvarar för och vilket arbete de utför. En undersökningsmodell baserad på de tre huvuddimensionerna används som 'glasögon' genom teorin, empirin och analysen. Jag har valt att utgå från strukturbegreppet för att studera framväxten av nya organisationsformer och följer här ett antal tidigare studier (t.ex. Heydebrand 1989). Struktur uppfattas här som ett sätt att förstå organisationer och förändring och valet har två huvudsakliga bevekelsegrunder:

(1) Det finns en lång organisationsteoretisk tradition att knyta an till där man studerat teknologi och strukturell förändring. Denna tradition har sin början i produktionsorganisationen och dess teknologi (e.g. Woodward 1965) och har överförts till informationsteknologins område i en mängd olika organisationssammanhang (Galbraith 1973, men även senare tids forskning som till exempel Allen & Hauptmann 1987, Hagström 1991). Genom att betrakta organisationer i termer av struktur möjliggörs ett vetenskapligt samtal.

(2) Att teckna organisationer i form av strukturer harmonierar också med praktikernas språkbruk. Det är inte kontroversiellt eller svårkommunicerbart att diskutera med begrepp som aktörer, aktiviteter och organisationsgränser, utan det förefaller vara ett naturligt sätt att aktualisera organisationens frågeställningar med dess medlemmar. Strukturbegreppet underlättar således det empiriska samtalet.

1.6.1 Ett informationssperspektiv på organisationer

Studien fokuserar på kommunikation och informationsflöden. Liknande perspektiv har använts tidigare för studera produktutveckling (till exempel Clark & Fujimoto 1991) och även specifikt för den interorganisatoriska aspekten av produktutvecklingsarbetet (Bensaou & Venkatraman 1996)⁶.

Genom att utgå från kommunikation mellan aktörer skiljer sig denna studie från flertalet övriga eftersom de oftast tar sin utgångspunkt i produktarkitekturen när de studerar

⁶ Kommunikationsstudier har en lång tradition inom organisationsforskningen och kommunikation är ett centralt begrepp i många olika teoretiska perspektiv, såväl funktionella/rationella som 'sociala' (Scott 1998). Simon (1966) utvecklade sin beslutsteori utifrån ställningstagandet att tillförsel av information reducerar osäkerhet. Teorin utvidgades till organisationsdesign i termer av information och kommunikation av Galbraith (1973) och har kallats ett informationsflödesperspektiv på organisationer (Tushman & Nadler 1978, Galbraith 1977).

vilka delar/komponenter som utvecklas internt respektive externt (till exempel Wasti & Liker 1997, Bensaou 1997 och Lorenzoni et al. 1999). En följd av att denna studie istället utgår från kommunikationsnätverket är att den empiriska avgränsningen inte ges av tekniska faktorer (produktarkitekturen) utan av organisatoriska (kommunikationen). Därmed kan man förvänta sig bättre förståelse för produktutvecklingsnätverket som ett samspel mellan köpare, leverantör och olika tredjepartsaktörer. Samspelet är inte på förhand definierat genom produktrelationen mellan systemintegratören och materialleverantörerna.

1.6.2 Longitudinell och kvalitativ studie

Denna studie är kvalitativ och tolkande för att skapa förståelse för fenomenet, och öppnar för tredjepartsaktörer genom att använda sig av en öppen och dynamisk systemavgränsning baserad på informationsflöden mellan aktörer.

Det har varit vanligt att studera interorganisatorisk produktutveckling med hjälp av jämförande breddstudier (Bensaou 1997), även om andra ansatser förekommit (till exempel Lorenzoni & Lipparini 1999). Det finns ett behov av longitudinella studier med kvalitativa inslag i produktutveckling så att även orsakssammanhang som inte fångas i tvärsektionella studier kan undersökas (Wasti och Liker 1997). Fokus bör i dessa studier skifta från det traditionella, där köparen och komponentleverantörerna studeras, till att även omfatta tredjepartsaktörer, som konsulter och ingenjörbyråer (ibid. s. 354).

Studien jag gör skiljer sig alltså i viktiga avseenden från flertalet bidrag inom problemområdet framförallt genom att kommunikationsnätverket bildar utgångspunkt för vilka aktörer som studeras. Skillnader och likheter åskådliggörs i nedanstående tabell (Tabell 4).

Tabell 4. Jämförelse av studieuppläggning med tidigare bidrag inom problemområdet

Studie	Systemavgränsning	Design
Argyres (1999)	Aktörsstrukturen definierad av produktarkitekturen – 4 centralaktörer i fokus	Dynamisk fallstudie (1 fall, retrospektiv) explorativ
Bensaou (1997)	Aktörsstrukturen definierad av produktarkitekturen	Jämförande breddstudie (446 relationer), hypotestestande Kvantitativ och till viss del kvalitativ
Hameri&Nihtilä (1997)	Aktörsstrukturen definierad av projektdefinitionen (produktarkitekturen) även om kommunikationsmönstret mäts i dessa fördefinierade relationer	Dynamisk fallstudie (1 fall), explorativ Kvalitativ och kvantitativ
Holland (1995)	Aktörsstrukturen definierad av produktarkitekturen (product supply chain) även om informationsflödet mäts i dessa fördefinierade relationer	Dynamisk fallstudie (2 fall), explorativ Kvalitativ
Gammastudien ⁷	Aktörsstrukturen definierad av kommunikationsmönstret, kommunikationsmönstret utgör grunden för systemavgränsningen (som då blir dynamisk)	Dynamisk fallstudie (1 fall), explorativ Kvalitativ och kvantitativ

Två av de tidigare studierna fokuserar på kommunikation och informationsflöden mellan aktörer, men skiljer sig på viktiga punkter från Gammastudien. Holland (1995) anger att informationsflödet är viktigt att studera för att beskriva strukturförändringar i relationen mellan två parter. Framförallt syftar detta till att förstå koordineringsmekanismer mellan organisationer, identifiera i vilken omfattning organisationerna är integrerade och för att etablera var beslut fattas i viktiga frågor (Holland 1995:122). Tyvärr kunde Holland inte mäta informationsflöden för den CAD-applikation som användes i produktutvecklingen eftersom den var av interaktiv karaktär (ibid. s. 127).

Hameris & Nihtiläs arbete (1997) liknar Gammastudien, genom att de studerar filöverföringar (designfiler) från och till de samarbetande parterna i projektet. Författarna utgår på samma sätt som Gammastudien ifrån designfiler snarare än allmän kommunikation eftersom de har särskilt stor betydelse för den övergripande produktutvecklingsinsatsen. En viktig skillnad är dock att Hameri & Nihtilä på förhand har definierat aktörs-

⁷ Denna studie, Gamma anspelar på företagets namn.

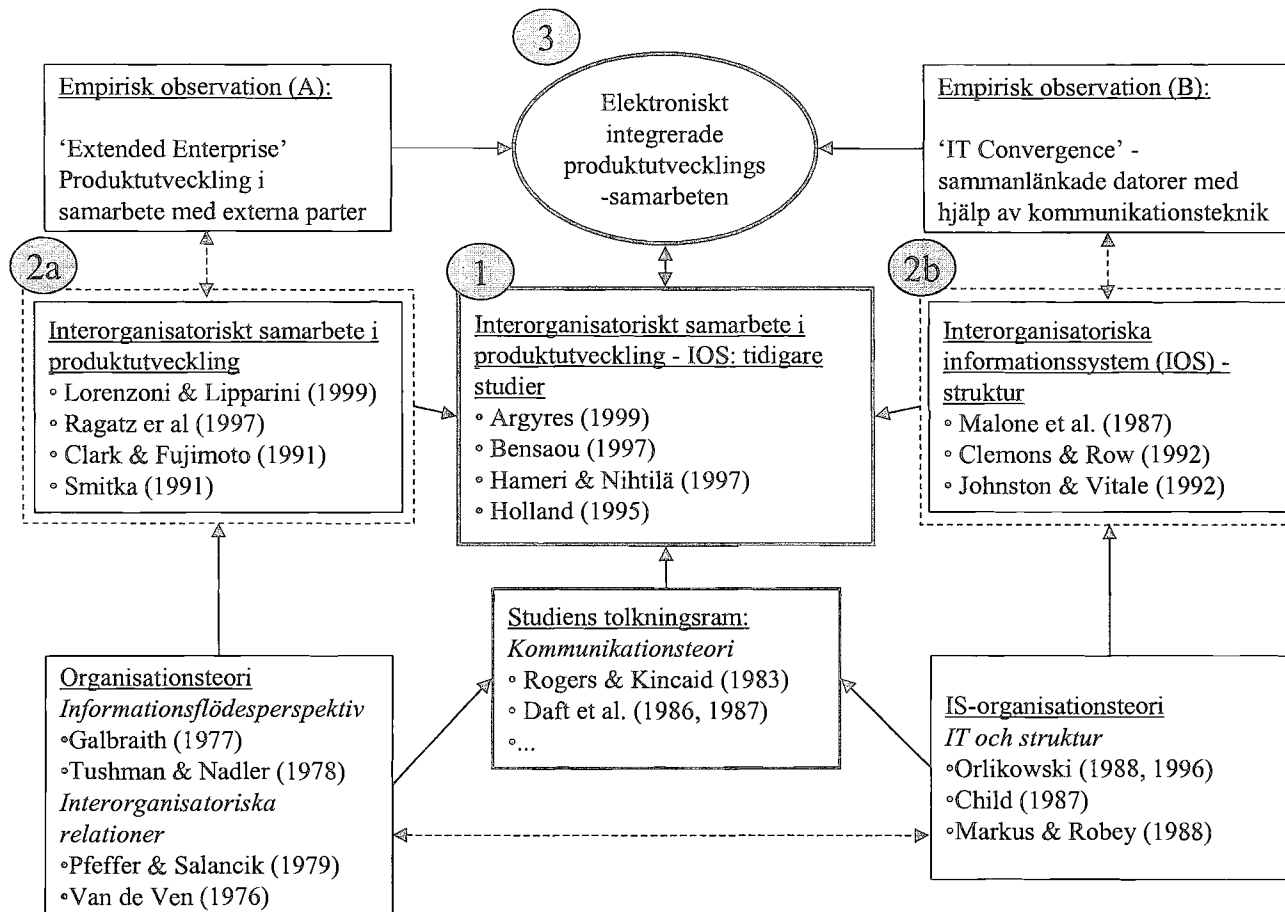
strukturen genom produktarkitekturen, medan Gammastudien låter kommunikationen definiera vilka aktörer som involveras i arbetet.

1.6.3 Studien i förhållande till 'fältet'

Inledningstexten har återspeglat avhandlingens övergripande förhållningssätt till det formulerade problemet och till tidigare forskning; studien söker analysera och klarlägga ett empiriskt fenomen och använder sig i detta syfte av närliggande forskning som 'glasögon'. Låt oss benämna detta *problemorienterad* i motsats till *teoriorienterad* forskning⁸. Detta får konsekvenser för hur undersökningen av fenomenet bedrivs i studien och hur den förhåller sig till tidigare forskning. Hur 'forskningsfältet' konstrueras utifrån en problemorienterad utgångspunkt och var studiens bidrag primärt görs visas i nedanstående figur (Figur 3).

Två empiriska utvecklingstendenser, produktutveckling i samarbete ('Extended Enterprise') och sammanlänkade datorer ('IT Convergence'), bildar grunden för fenomenet 'elektroniskt integrerade produktutvecklingssamarbeten'. Studien kompletterar tidigare bidrag inom detta specifika område, t. ex. Argyres, Bensaou, Hameri & Nihtilä och Holland (markerat med 1 i figuren). Jämförelse görs också med de direkt angränsande teoriområdena inom produktutveckling respektive IOS-struktur (figurens 2a och 2b). En tredje typ av bidrag är diskussionen av implikationer för ledning av produktutveckling och interorganisatoriska kunskapsprojekt – det vill säga vilka praktiska implikationer studiens resultat har för hur en företagsledning kan agera. Detta markeras med nummer (3) i figuren.

⁸ Det är många gånger en fråga om gradskillnader mellan de poler begreppen problem vs. teori konstruerar. De används här för att ange ett huvudsakligt forskningsintresse.



Figur 3. Problemmrådet och relaterade teorier

1.7 Studiens syfte

Samarbete i produktutveckling och sammanslagningen av telekommunikation och datorer, utgör tillsammans grunden för fenomenet: 'elektroniskt integrerade produktutvecklingssamarbeten'. Detta fenomen studeras här i syfte:

att utreda hur och varför förändringar i produktutvecklingssamarbeten kan ske vid införande av interorganisatoriska informationssystem.

Studien belyser hur och varför informationsteknologi kan påverka en systemintegratörs (lead-firm's) former för samarbete inom funktionen produktutveckling. Det som studeras är vad som sker i ett sådant företags relationer med externa samarbetspartners och hur dessa förändringar omsätts internt i den egna organisationen. De organisationsdimensioner som studeras är kommunikationsstrukturen, aktivitetsstrukturen och aktörsstrukturen. Frågan är hur dessa förändras när datorstöd inom produktutvecklingen konvergerar med telekommunikation och bildar interorganisatoriska informationssystem.

Innan redogörelsen för undersökningen tar sin början definieras nedan ett antal centrala begrepp i studien. Det inledande kapitlet avslutas därefter med att presentera bokens disposition.

1.8 Centrala begrepp i studien

1.8.1 Interorganisatoriskt samarbete

Med interorganisatoriskt samarbete menas i studien att arbete fördelas mellan två skilda organisationer och därefter integreras. Det kan innebära att enskilda aktiviteter utförs gemensamt av organisationerna (Bensaou 1997) men också att olika aktiviteter separeras och fördelas mellan aktörerna. Det fördelade arbetet skall därefter integreras till en gemensam enhet (Teece 1989:38-39).

Ordet 'inter-' översätts med 'mellan-' och termen 'interorganisatoriskt samarbete' har under lång tid använts i organisationsforskningen i studier där relationen mellan olika organisationer står i fokus (Benson 1975). Interorganisatoriskt samarbete är något kvalitativt annorlunda än en sammansmältning mellan organisationer. Aktörerna bildar ofta en egen enhet med specifika förutsättningar och arbetssätt och bör därför studeras utifrån perspektivet att det interorganisatoriska arbetet har ett ' eget liv' (Ring & Van de Ven 1994).

1.8.2 Komplex produktutveckling

Med begreppet komplex produktutveckling avses att antalet element som måste hanteras samtidigt i produktutvecklingsorganisationen är stort (Scott 1998:230). Men också heterogeniteten mellan elementen är av betydelse för komplexiteten: ju större heterogenitet mellan elementen och ju fler element, desto större komplexitet (Child 1972).

Effektiv utveckling av komplexa produkter kräver såväl fragmentering som integrering av kunskap. Kunskap måste fragmenteras eftersom ingen kan bemästra den specialkunskap inom flera olika teknologiområden som krävs. En komplex produkt innefattar många och ofta snabbt föränderliga teknologier, vilket ofta innebär att produktutvecklingen utförs av många specialiserade enheter vilkas arbete måste integreras (Henderson 1996). Komplexitet utgör en viktig grunddimension i studien för att kategorisera interorganisatoriska samarbeten, eftersom organisationer med behov av många skilda insatsvaror (material, kunskap, information, m.m.) också utsätts för mer komplexa allokerings- och integreringsprocesser (Dess & Beard 1984).

1.8.3 Informationsteknologi, -teknik och -system

I denna studie används begreppet *informationsteknologi*, vilket innefattar både kunskapen om informationstekniken, maskinerna och annan hårdvara samt de system som används för hantering, lagring och överföring av information. *Teknologi*-begreppet används istället för *teknik*begreppet för att kunna ansluta studien till den amerikanska litteraturens *information technology* som där vanligtvis omfattar ovanstående (Boaden & Locket 1991)⁹.

I en stor del av organisationslitteraturen har teknologi använts för att övergripande beskriva sättet på vilket arbete utförs i en organisation (Woodward 1965, Thompson 1967, Galbraith 1973), men har i en snävare tolkning fått betyda enbart hårdvara, dvs. de maskiner, utrustningar m.m., som används för att utföra arbetsuppgifter (t. ex. Orlikowski 1996). Många gånger inkluderar teknologibegreppet även kunskap om arbetsuppgiften och ibland också själva objektet på vilket arbete utförs och skiljs då från begreppet teknik som då står för hårdvaran.

Med *informationsteknik* menas i denna studie enbart hårdvara i form av datorer, nätverk och hårdvarunära systemprogramvara. Begreppet *informationssystem* omfattar de program som används av individer i olika organisationer. Studiens synsätt är således att det är genom informationssystemen som individer konfronteras med informationstekniken. Genom uppdelningen blir alltså informationssystem och informationsteknik delmängder av det övergripande begreppet av informations-teknologi. Denna syn stämmer väl överens med gängse användning av begreppen i tidigare litteratur inom området (Boaden & Locket 1991).

⁹ Rent etymologiskt anger annars det svenska *teknologibegreppet* den något mer begränsade betydelsen kunskap (vetenskapen) om teknik (SAOL 1986), i det föreliggande fallet kunskap om informationsteknik. Med denna begreppsanvändning skulle inte de fysiska artefakterna inbegripas utan enbart den konceptuella, systematiserade förståelsen för artefakternas respektive funktion och inbördes relationer. Studien använder emellertid begreppet *teknologi* för att innefatta såväl artefakterna som förståelse av desamma.

1.8.4 Interorganisatoriska informationssystem

Interorganisatoriska informationssystem, IOS, är elektroniskt baserade informationssystem som korsar organisationsgränser och därmed används av två eller flera organisationer (Bakos 1991, Barret & Konsynski 1982, Cash & Konsynski 1985). Ett typiskt IOS är ett elektroniskt informationssystem som sammanlänkar ett eller flera företag med sina kunder eller leverantörer och på så sätt underlättar utbytet av varor och tjänster (Bakos 1991:32).

Det finns en mängd kända exempel på IOS som figurerat i både forskning och populärpress, exempelvis ASAP som är det logistik- och försäljningssystem med vilket American Hospital Supply Corporation kopplade upp sjukhusen direkt till företagets försäljningsorganisation (Short & Venkatraman 1992) och SABRE som är American Airlines reservationssystem och som i sig anses ha haft större intjäningsförmåga till företaget än dess grundverksamhet, flygtransporterna (Runge & Earl 1988). Den typ av IOS som fokuseras i studien är EDI-system. EDI står för 'Electronic Data Interchange' och är benämningen på utbyte av standardiserad affärsinformation från en dator till en annan (Choudhury 1997). Oftast relaterar EDI till de system för informationsutbyte mellan olika organisationer, vilka använts inom logistik- och inköpsfunktioner på företag sedan mitten på 1980-talet. På senare tid har dock EDI börjat användas även för utbyte av produktutvecklingsinformation.

1.8.5 CAD-system i produktutvecklingsarbete

Termen 'computer aided design' (CAD) kan översättas med 'datorstödd konstruktion' och avser i studien de informationssystemsbaserade produktutvecklingsstöd som används för att ta fram ritningsunderlaget. Från övriga system i produktutvecklingsarbetet bortses, även om de innehåller kompletterande teknikinformation. Jag väljer alltså en smal definition av begreppet eftersom CAD också har använts för att beteckna alla informationssystem i produktutvecklingsarbetet (Holland 1995).

Med hjälp av CAD-system kan användaren bygga upp grafiska beskrivningar av de produkter man utvecklar (Löwstedt 1989). Till de grafiska beskrivningarna kopplas i CAD-systemen information som är viktig för tillverkningen såsom ytfinheter, radier i övergångar etcetera. Genom CAD-systemen görs den grafiska beskrivningen av produkten tillgänglig för många aktörer och blir dessutom återanvändbar. Att CAD-systemen möjliggör parallellisering av arbete och samarbete mellan olika aktörer har särskilt poängterats på senare tid (Baba & Nabaoke 1998)

1.9 Bokens disposition

Efter att ha diskuterat bakgrunden till och syftet med studien presenteras i detta stycke hur avhandlingen och boken är upplagd.

Det första kapitlet ägnades åt att i tur och ordning diskutera problemområdet, de centrala bidragen inom området samt hur denna studie kompletterar dessa. Till den

senare diskussionen återkommer jag i de allra sista kapitlen där studiens resultat presenteras och diskuteras.

Det följande kapitlet, *Tolkningsram*, redogör för de perspektiv som utgör grund för studien, Integrerad produktutveckling och Informationsperspektivet. Dessa utvecklas utifrån studiens syfte och mynnar ut i en sammanhållen undersökningsmodell som används i den empiriska undersökningen.

Kapitel 3, *Metod*, beskriver och diskuterar hur data insamlats och analyserats samt hur studiens kvalitet säkerställts. Denna diskussion refererar också till *Appendix* som detaljerat beskriver datamaterialet och de verktyg som använts.

Nästa kapitel, *Interorganisatoriska Informationssystem på Gamma*, utgör den empiriska framställningen av utvecklingen på det fallföretag jag undersökte. Redogörelsen inleds med en övergripande beskrivning av företaget och branschen och fortsätter med att diskutera datamaterialet i undersökningsmodellens tre dimensioner: kommunikation, aktörer och aktiviteter.

Det empiriska materialet analyseras därefter i kapitel 5, *Förändring av samarbetsformer vid användning av nya informationssystem*, och utifrån detta utvecklas en syntes av analysen i kapitel 6, *Nya informationssystem i komplex interorganisatorisk produktutveckling - Oklarhetsgränser och Kommunikation*. Dessa båda kapitels slutsatser utgör tillsammans studiens resultat som diskuteras i förhållande till och jämförs med tidigare studier inom problemområdet i det avslutande kapitlet, *Jämförelse med tidigare forskning och diskussion av studiens bidrag*.

Boken är skriven som en akademisk avhandling inom ämnet företagsekonomi och vänder sig i första hand till den akademiskt drivne och inom disciplinen kunnige läsaren, som intresserat läser från pärm till pärm. Därför har den avhandlingens form och struktur, vilket innebär att den som inte är familjär med genren kan finna läsningen något tungrodd. För den översiktligt intresserade finns därför en alternativ strategi, där denne bör fokusera på det inledande kapitel 1, ögna igenom kapitel 2, helt hoppa över 3, enbart skumma kapitel 4 (trots att det kan vara fascinerande), men mer noggrant läsa de avslutande kapitlen, särskilt då slutet av kapitel 5, hela kapitel 6 och slutet av kapitel 7. För den som på särskilt kort tid vill sammanfatta 5 års arbete finns alltid det avslutande kapitlet, *English Summary*, att tillgå. Detta är annars avsett för den internationella läsekretsen.

Kapitel 2

Tolkningsram

För att studera och förstå ett fenomen behövs en tolkningsram – som 'glasögon' och som stöd för analysen. I detta kapitel introduceras teorier, som används i avhandlingens analysdel. Dessa teorier utgör också grunden för undersökningsmodellen som används för att strukturera och tolka empirin.

Tolkningsramen utgår från en specifik produktutvecklingsmodell, *Integrerad produktutveckling*, vilken särskilt utvecklats för att analysera de problem som komplex produktutveckling brottas med och där integration av olika arbetsinsatser är ett centralt inslag. Modellen utgår från ett informationsperspektiv på produktutveckling och eftersom kommunikation mellan aktörer är en förutsättning för integration av olika aktiviteter, vidareutvecklas modellen med hjälp av kommunikationsteori. Undersökningsmodellens dimensioner *kommunikation*, *aktörer* och *aktiviteter* utvecklas därefter och följs av en diskussion om olika förhållningssätt till teknologi och organisationsförändring. Därefter presenteras den sammanhållna undersökningsmodellen som utgör bas för den empiriska undersökningen. Även om modellen ger grunden för en explorativ studie, visar den därutöver på ett antal specifika delområden inom vilka förändring kan förväntas, baserat på vad som framkommit i angränsande studier.

2.1 Integrerad produktutveckling – ett informationsperspektiv

Produktutveckling genererar och förädlar information, som beskriver produkten. Informationen överförs och omformas sedan till påtagliga element i produktionsprocessen, exempelvis verktygsuppsättningar och annan utrustning, kunskap hos de anställda, handhavandeinstruktioner, styrinformationsfiler till NC-maskiner, etc. (Clark & Fujimoto 1991:17-33, Fujimoto 1989:77ff).

När man anlägger ett informationsperspektiv på produktutveckling, är utgångspunkten att denna placeras i en återkopplad slinga av informationsflöden mellan produktionsenheter, marknadsföringsavdelningen och användare. Informationsperspektivet betonar informationsobjektet i analysen och det är hanteringen av detta objekt som är i fokus för studien.

"[we] look at the information assets that are created, connected, transferred, and modified at each step" (Clark & Fujimoto 1991:25).

Produktutveckling utförs i ett antal delaktiviteter (konceptgenerering, produktplanering, konstruktion, processutveckling och produktion), som successivt förfinar informationsobjektet. Allt eftersom skapas 'informationsbitar' som kompletterar varandra och blir till en fullständig beskrivning av produkten. Varje informationsobjekt kopplas samman med andra objekt och överförs till nya sammanhang för att jämföras, kontrolleras och sättas samman till en allt mer komplett helhet. Det är genom sådana aktiviteter som information förädlas. Samtidigt är information en huvudförutsättning för aktiviteterna. Dessa initieras och utförs av olika aktörer som kommunicerar med varandra via informationsobjektet. En relation mellan informationsobjektet, kommunikationen och aktörerna/aktiviteterna existerar således (Fujimoto 1989:70-76).

2.1.1 Olika sätt att integrera externa aktörer i produktutvecklingsprocessen

Det finns olika principiella sätt att integrera leverantörer i det praktiska produktutvecklingsarbetet. Traditionellt har systemintegratören i detalj utformat funktionen och utseendet på en komponent, som därefter tillverkats av en komponentleverantör. Det innebär, att systemintegratören utvecklar ett färdigt underlag, som går ut till ett antal tillverkare. De konkurrerar sedan om tillverkningsuppdraget genom att lämna in offerter, som systemintegratören väljer bland. Detta har kallats Detaljkontrollerad utveckling (*Detail-Controlled Parts*) (Clark & Fujimoto, 1991), eftersom systemintegratören har full kontroll över alla moment i utvecklingsprocessen. Här sker i princip inget samarbete eftersom leverantören anpassar sig till systemintegratörens krav.

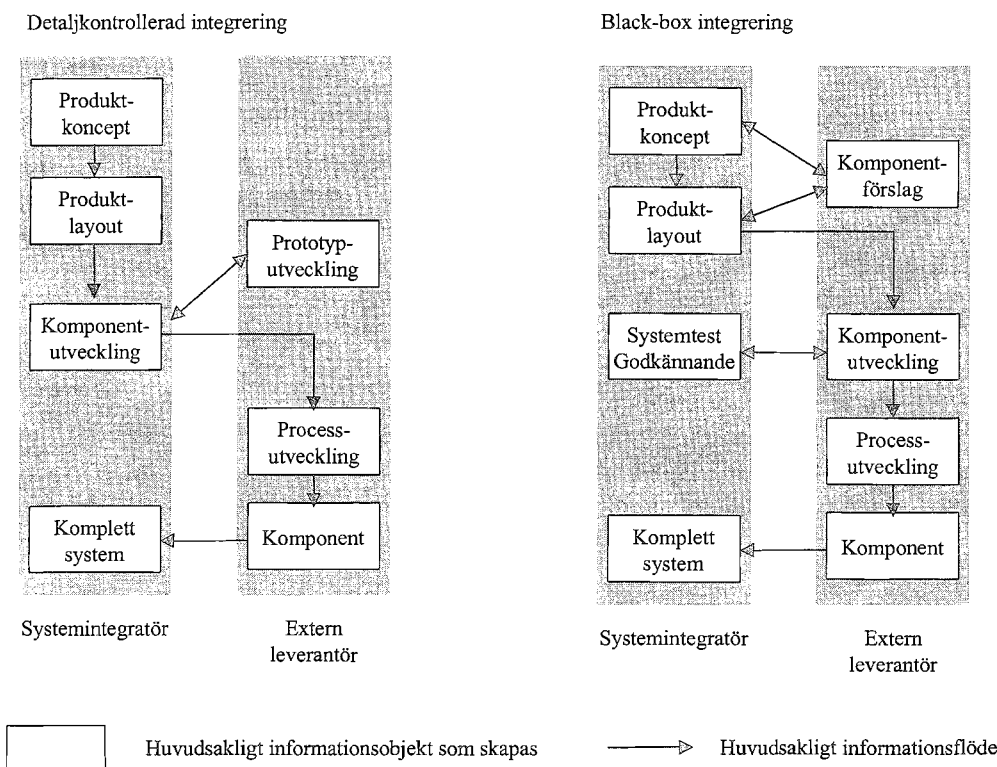
I många fall är dock leverantörens förhandlingsstyrka så stor, att denne bestämmer hur en komponent eller detalj skall se ut eller åtar sig att leverera en komponent som är en standardvara ('commodity'). I båda dessa fall kallas komponenterna leverantörskontrollerade (*Supplier Proprietary Parts*) och systemintegratören anpassar sig till givna förutsättningar. Inte heller här sker interaktivt arbete.

När utvecklingsarbetet istället delas mellan systemintegratören och leverantören talar man om 'Black-box'-utveckling. Arbetsfördelningen i 'Black-box'-upplägg kan vara olika men grundregeln är, att systemintegratören specificerar *vilka* funktioner som skall levereras, medan leverantören ansvarar för *hur* dessa funktioner realiseras i detaljkonstruktionen. Detta arbetssätt ger den viktiga fördelen att leverantören kan anpassa konstruktionen till sin produktionsprocess.

Interaktionen mellan systemintegratören och leverantören i ett Black-box-samarbete har beskrivits som:

“...the Japanese [Black box] buyer will specify exterior dimensions and performance characteristics and let the specialist supplier design the part to best match its process” (Wasti & Liker s. 339)

Wasti och Likers beskrivning ovan kan tolkas som att systemintegratören ger en tillräcklig specifikation i inledningen av samarbetet. Denna bild av samarbetet utesluter dock en stor mängd av kommunikationen som vanligen sker senare i processen. Hur information typiskt flödar mellan systemintegratören och en extern leverantör i olika former av samarbeten framgår nedan (Figur 4):



Figur 4. Typiska informationsflöden mellan systemintegratör och leverantör vid olika typer av integreringslogik (efter Clark & Fujimoto, 1991)

Även om det finns en mängd varianter på hur arbetet fördelas mellan parterna visar bilden på principiella skillnader mellan Detaljkontrollerad integrering och Black-box-integrering. De för studien centrala skillnaderna är att:

Utvecklingsaktiviteter flyttas från systemintegratören till externa parter. Systemintegratören överläter åt leverantören att utföra utveckling av komponenter i 'Black-box'. Integreringen av resultatet sker genom att de underlag som utarbetas av leverantören testas, analytiskt och fysisk, av systemintegratören.

Nya aktiviteter tillkommer. Systemintegratören utför en delvis ny, eller i vart fall mer framträdande, aktivitet i 'Black Box': Systemtest (och godkännande). Likaså tar

leverantören tidigare fram förslag på hur komponenten skall se ut, utifrån sina produktionsförutsättningar.

Informationsflödet förändras. I 'Black box'-integrering överförs information om förutsättningar tidigare i processen och i ömsesidig riktning mellan system-integratören och leverantören.

2.1.2 Kommunikation, aktiviteter och aktörer

Integrerad problemlösning bygger på två viktiga principer: överlappande aktiviteter och intensiv kommunikation (Clark & Fujimoto 1991:239). Överlappande aktiviteter, särskild vad gäller produkt- och processutvecklingsaktiviteterna, är en viktig grundprincip för integrering av olika funktionella krav i produktutvecklingen. Överlappnings- eller samtidighetsprincipen i aktivitetsstrukturen har även diskuterats under benämningen 'concurrent product development'¹⁰ (Gehani 1996) och där framförallt kopplats till tiden fram till att en produkt introduceras på marknaden. Här har samtidighet inneburit att marknadens krav bättre kunnat samordnas med den tekniska utvecklingen. I modellen för integrerad problemlösning (Clark & Fujimoto 1991) står istället integrering mellan produkt- och processutveckling i fokus.

Integrerad problemlösning förutsätter att aktiviteterna parallelliseras och därmed görs ömsesidigt beroende av varandra och inte är som tidigare, sekventiellt beroende. Ömsesidigt beroende kräver intensiv kommunikation (Thompson 1967) och denna är en förutsättning för integrering av överlappande komplexa produktutvecklingsaktiviteter (Clark & Fujimoto 1991:215)¹¹.

Clark & Fujimoto (1991) identifierade totalt fem dimensioner, som beskriver interaktionen mellan olika faser i integrerad problemlösning (ibid. s. 211): Timing av aktiviteter (sekventiellt – parallellt), Richness of Media (hur rik information som kan överföras), Kommunikationsfrekvens (låg/vid ett tillfälle – hög/vid flera tillfällen), Riktning på kommunikationen (envägs – ömsesidigt [feedback]) och dess Timing

¹⁰ Även begreppet 'concurrent engineering' används för att beteckna bland annat överlappande faser i produktutvecklingsarbete. 'Engineering'-begreppet har emellertid oftast fått en mer tekniskt inriktad behandling än 'product development'.

¹¹ Wasti och Liker (1997) delar upp begreppet 'interorganisatoriskt samarbete i produktutveckling' (eller snarare leverantörsinvolvering i produktutveckling) i tre element: till vilken grad leverantören påverkar beslutsfattande i tidiga faser av produktutvecklingen, graden av kontroll som köparen behåller över produktdesignen samt graden av produktutvecklingsrelaterad kommunikation mellan köpare och leverantör. Ragatz et al (1997) konstaterade i en studie av 60 amerikanska företag, att direkt tvärfunktionell kommunikation över organisationsgränserna var den teknik som användes mest för att integrera externa aktörer. Denna typ av kommunikation var också bland de mest betydelsefulla diskriminerande faktorerna mellan framgångsrika och mindre framgångsrika systemintegratörer (ibid. s. 195).

(tidigt i processen – sent). Generellt är det mer effektivt för integrerad problemlösning i komplexa produktutvecklingsprojekt, om kommunikationen sker rikt, ofta, ömsesidigt samt tidigt i produktutvecklingsprocessen (ibid. s. 472). Detta framgår av tabellen nedan (Tabell 5).

Tabell 5. Integreringsdimensioner i komplex produktutveckling (Clark & Fujimoto 1991)

Integreringsdimension	Låg grad av integration i produktutveckling	Hög grad av integration i produktutveckling
Timing av aktiviteter	Sekventiella aktiviteter	Parallella aktiviteter
Kommunikationsrikedom	Dokument, datornätverk	Face-to-face (hög kommunikationsrikedom)
Kommunikationsfrekvens	Satsvis överföring	Kontinuerlig överföring (del för del)
Riktning på kommunikationen	Unilateral	Bilateral (feedback)
Timing av information	Sent släpp av komplett underlag	Tidigt släpp av preliminärt underlag

De nämnda kommunikationsdimensionerna är centrala för studien. Det gäller Richness of Media eftersom införande av nya informationssystem påverkar vilken typ av information som kan överföras i kommunikationskanalerna, det gäller Frekvens och Timing eftersom övergången från CAD till CAD/EDI ger tekniska möjligheter att kommunicera oftare och snabbare och det gäller slutligen Riktning eftersom snabb feedback också möjliggörs i de nya informationssystemen.

Tidigare forskning har också fokuserat på sambandet mellan kommunikation och arbetsfördelning. Barnard (1938:91) konstaterade, att kommunikationen ger förutsättningar för hur arbetsfördelningen kan ske:

”In an exhaustive theory of organizations, communication would occupy a central place, because the structure, extensiveness and scope of the organization are almost entirely determined by communication techniques”

Conrath (1973) studerade, hur kommunikationsmiljön (fysisk närhet, tillgängliga informationsmedia, m. m.) påverkade utformningen av organisationen med avseende på skilda aktörer och deras arbetsuppgifter. Han menade, att det organisatoriska systemet kan karakteriseras i termer av ‘people’ (aktörer) och ‘tasks’ (uppgifter eller aktiviteter). Det organisatoriska systemet interagerade i sin tur med kommunikationsmiljön (ibid. s. 589). Kopplingen mellan kommunikation och aktörer/aktiviteter behandlas också inom den interorganisatoriska forskningen. Bensaou och Venkatraman (1995) och Bensaou och Venkatraman (1996) utvecklade informationsperspektivet för relationer mellan leverantörer och systemintegratör. Författarna angav tre mekanismer som viktiga för att erhålla det

informationsflöde som krävs för tillräcklig osäkerhetsreduktion och meningsskapande: (1) Uppdelning av arbetet i olika aktiviteter mellan olika aktörer i den interorganisatoriska relation, (2) En kommunikationsprocess byggd på förtroende mellan organisationerna, och (3) Informationsteknologi. I följande stycken diskuteras förhållandet mellan interorganisatorisk arbetsfördelning och kommunikation i de för studien centrala dimensionerna: Kommunikation, Aktörer och Aktiviteter.

2.2 Kommunikationsstruktur

Vad gäller kommunikationsstruktur är en huvuduppgift för denna studie att söka förståelse för vad en given mediaförändring, CAD/EDI, innebär för sättet att kommunicera. Begreppet kommunikationsstruktur innefattar därvid:

- vem som kommunicerar med vem, samt
- hur de olika aktörerna kommunicerar.

Begreppsanvändningen bygger på två olika modeller för kommunikation, kommunikationsnätverksanalys och val kommunikationsmedia. Dessa modeller diskuteras i det följande.

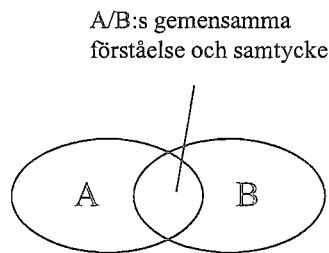
2.2.1 Kommunikation som linjär process

Tidig forskning om kommunikation i organisationer dominerades av modeller som beskrev kommunikation som ett linjärt flöde mellan sändare och mottagare. Den mest framträdande av dessa modeller är den som utarbetades av Shannon & Weaver (1949). Enligt denna sänder en *informationskälla* ett meddelande via en *sändare* till en *mottagare*. Meddelandet kan påverkas av olika störningar från en *störningskälla* på vägen fram till mottagaren som i sin tur sänder vidare meddelandet till en *slutdestination*. Om kommunikationsstrukturen uttrycks som ett linjärt informationsflöde fokuserar analysen således på vem som sänder ett meddelande, vilka störningskällor som finns och som eventuellt påverkar kommunikationen, hur dessa hanteras samt vem som mottager meddelandet.

I den linjära modellen är kommunikation i en organisation ett uttalat flöde från sändare till mottagare. Det finns ingen egentlig återkoppling av resultatet, varken synkron eller asynkron (Fulk & Steinfeld 1990). Kommunikationens subjektiva dimensionen, den sociala konstruktionen av kommunikationen, utelämnas därmed. Modellen utesluter alltså det faktum att meddelande konstrueras i interaktionen mellan sändare och mottagare och därmed har olika innebörd för olika mottagare (Fulk 1987). Kommunikationsobjekten behandlas enbart som fysiska entiteter som kan avskiljas från sändare och mottagare och fokus på själva meddelandet sker på bekostnad av tystnad, pauser och timing, dvs. det som gestaltar det fullständiga kommunikationsmönstret. Om kommunikationen uppfattas som ett linjärt flöde blir bilden statisk och fångar inte kommunikationen som en process mellan sändare och mottagare (Rogers & Kincaid, 1983: 34)

2.2.2 Kommunikation mellan aktörer i nätverk

I denna studie tas hänsyn till att flera aktörer deltar och ömsesidigt påverkar kommunikationen. Utgångspunkten är därvid Rogers och Kincaids (1983) 'konvergensmodell' (se Figur 5). Denna definierar kommunikation som en process, i vilken deltagarna skapar och delar information med varandra för att nå en gemensam förståelse (ibid. s. 44).



Figur 5. Konvergensmodellen av kommunikation

Den ömsesidiga förståelsen mellan parterna erhålls genom att de utbyter information och att de agerar utifrån denna information, ty genom att utföra handlingar skapar de mening i informationen. Meningsskapande är en social handling och endast genom synligt agerande kan uppfattningar, tolkningar och förståelse göras kända för andra (Weick 1995). I detta avseende är agerande liktydigt med information och all information är resultatet av ett agerande (Rogers & Kincaid 1983:54). Aktiviteter och kommunikation är på detta sätt sammankopplade dimensioner av organisationer.

Definitionen av kommunikation som konvergens medför att överföringen av information skapar och definierar en relation mellan två eller flera parter. Detta innebär i sin tur att kommunikationsbeteendet i sig bör studeras som en beroende variabel. Den viktigaste forskningsfrågan blir då "vem kommunicerar med vem?" (Rogers & Kincaid 1983:75).

Kommunikationsnätverksanalys

Kommunikationsnätverksanalys är den metod som används i studien för att identifiera kommunikationsstrukturen. Metoden svarar på konvergensmodellens forskningsfråga "vem kommunicerar med vem?" genom att studera kommunikationen i relationer mellan aktörer. Kommunikationsstruktur definieras här som

"the arrangement of the differentiated elements that can be recognized in the patterned communication flows in a system" (Rogers & Kincaid, 1983: 75).

En del centrala begrepp framträder i ovanstående definition:

- kommunikationsstruktur beskrivs inom ramen för ett system (där systemets gränser definieras efter studiens fokus),

- kunskap om kommunikationsstruktur erhålls genom studie av kommunikationsflöden, och
- kommunikationsstruktur utgör åtskiljbara element (aktörer) i dessa flöden i det definierade systemet

Tanken bakom ett forskningsfokus på hur olika aktörer kommunicerar med varandra och på så sätt är länkade till varandra tar sin utgångspunkt i en föreställning om att en enskild aktör inte handlar isolerat. Sammanhanget påverkar den enskildes beteende och sammanhanget manifesteras genom kommunikationsnätverket. Uppfattningen att nätverket påverkar den enskilde aktören har stöd i forskning om både industriella (Håkansson & Snehota 1989, Håkansson 1990) och inomorganisatoriska nätverk (Contractor & Eisenberg 1990)

2.2.3 Mediabaserade modeller av kommunikation

Kommunikationsnätverksperspektivets struktursyn kompletteras i studien av andra synsätt på kommunikation. En aspekt som är av intresse i studien är tillgången till och bruket av kommunikationsmedia/-verktyg. I forskningen på detta område beskrivs kommunikationsstrukturen med betoning på individers och grupper val av media i arbetssituationer (Daft & Lengel 1984, 1986; Daft, Lengel & Trevino 1987, Yates 1992, Orlikowski 1996). Ansatsen diskuteras nedan.

Media Richness

Med en rationell syn på organisationer är problemlösning liktydigt med osäkerhetsreduktion och kan hanteras med hjälp av informationssystem. Mer information ger lägre grad av osäkerhet och genom att man tillför data via informationssystem kan man förbättra underlaget för beslut (Galbraith 1973).

Med en social utgångspunkt uppfattas problemlösning istället som en menings-skapande process, där förutsättningar för och resultat av beslut skapas genom överenskommelser mellan individer (Weick 1995). I dessa fall hjälper det inte att tillföra mer information, man måste skapa mening i den information som finns. Begreppen 'ambiguity' och 'uncertainty' (Weick 1979), som kan översättas med oklarhet respektive osäkerhet, är centrala i denna diskussion. Osäkerhet kan reduceras med kodifierbara data, oklarhet kan reduceras endast genom sociala överenskommelser och kräver mer än kodifierbara data.

I Media Richness-teorin (Daft & Lengel 1984) används begreppen oklarhet och osäkerhet för att föra samman den rationella synen och den sociala synen på problemlösning. Enligt denna teori kan man i en organisation kategorisera arbetsuppgifterna med avseende på om de primärt är osäkra eller oklara. Grundresonemanget i Media Richness-teorin är, att osäkra problem kan lösas via mindre rik informationsöverföring medan oklara problem kräver rikare kommunikation.

Enligt teorin skiljer sig också olika kommunikationsmedier åt med avseende på sin förmåga att överföra rik information. Fyra faktorer anses påverka kommunikations-

rikedomen i ett medium: (1) mediets förmåga att överför multipla språk (cues), (2) snabbheten i feedback¹², (3) språkvariationen och (4) möjligheten att individanpassa (personifiera) ett meddelande. Med tillämpning av detta synsätt är till exempel det personliga mötet rikt och e-mail-meddelandet mindre rikt. Datorbaserade informationssystem lämpar sig väl för att hantera data i kodifierad form men de flesta system kan ej förmedla icke-kodifierad information. Informationssystem kan därför användas för osäkerhetsreducering, medan kommunikationsrikedomen som behövs för hantering av oklarheter, kräver rikare medier (Daft, Lengel & Trevino, 1987).

Feedback rör frågan om i vilken utsträckning ett medium möjliggör för användarna att ge snabb återföring på den kommunikation de erhåller (Daft & Lengel 1986). Enligt tidigare resonemang om linjär kommunikation (Shannon & Weaver 1949) kan man se på en kommunikationssituation från två sidor: en sändare skickar iväg meddelandet och mottagaren tar emot det. För att kommunikationen skall vara effektiv måste det finnas en ömsesidig överenskommelse mellan sändare och mottagare, att den senare har förstått budskapet (Rogers & Kincaid 1983). Feedback från mottagaren till sändaren spelar här en viktig roll för kommunikationens effektivitet eftersom den möjliggör för sändaren att bilda sig en uppfattning om mottagaren förstått budskapet och därefter – om så erfordras – göra justeringar för att öka dennes förståelse (Dennis & Kinney 1998:260). För produktiviteten i organisationer är *snabbheten* i feedback viktig. När tiden mellan mottagandet av ett meddelande och möjligheten att ge feedback ökar, ökar också tidsrymden för att färdigställa en arbetsuppgift (ibid.).

Multipla överföringsspråk är ett begrepp som avser antalet sätt på vilket information kan kommuniceras, t. ex. textmeddelanden, grafik eller verbala respektive fysiska gester (Daft & Wigington 1979, Daft & Lengel 1986). Antalet överföringsspråk som kan inkluderas i ett medium, påverkar effektiviteten i kommunikationen på flera olika sätt. Om inte möjlighet finns att överföra till exempel verbala eller fysiska gester (cues) kan det vara svårare och ta längre tid att förstå ett budskap (Dennis & Kinney 1998). Gester används ofta för att addera information till ett textmeddelanden, såsom att lägga vikt vid vissa poänger i ett budskap, att visa tvekan eller att göra andra typer av nyanseringar. Vidare försvinner en del av det sociala budskapet i ett textmeddelande, vilket kan påverka de normala sätten att lösa problem i en organisation och medföra att tiden till beslutsfattande ökar (ibid. s. 261)

Variabiliteten i överföringsspråken påverkar också kommunikationsrikedomen i ett medium. Vissa typer av språk, till exempel naturliga språk, kan överföra många olika typer av budskap och kallas variabla, medan specifika språk, matematik och

¹² Jag har för enkelhetens skull valt det engelska språkbruket vilket kan tillåtas (SAOL 1986). 'Feedback' kan väl snarast översättas med 'återkoppling' eller det något längre och krångligare uttrycket 'återföring av information'.

liknande, endast överför ett eller ett fåtal budskap. I gengäld sker informationsöverföringen i specifika språk med större exakthet (Daft & Wigington 1979).

Enligt Media Richness-teorin passar olika typer av media till olika situationer och för varje situation (uppgift) finns ett explicit val att göra mellan olika media (Daft & Lengel 1986). Man har med denna utgångspunkt också visat, att organisationsmedlemmar, som väljer 'rätt' medium för en given situation, är effektivare på att hantera sin uppgift inom en organisation (Daft, Lengel & Trevino 1987).

Sociala normer för användning av olika medier

Media richness-teori har kritiserats för sin ensidiga teknologideterminism och för att den bortser från sociala förklaringsfaktorer för kommunikation i organisationer (Fulk och Boyd 1991, Fulk 1993). Den 'sociala skolans' förespråkare menar istället att det snarare är det sociala sammanhang i vilket den kommunicerande aktören befinner sig som styr valet av medium. Mediaval styrs bland annat av en kommunikations-situations normer, där medium, uppgift och normer tillsammans utgör s. k. kommunikationsgenrer som utvecklas endast långsamt över tiden (Yates och Orlikowski 1992). För en given situation kopplas mediaval till ett invariant beteende i organisationen och till situationen vilket innebär att en organisations användning av kommunikationsverktyg beror både på rationella och sociala faktorer. Uppfattningen att det är kombinationen av och komplementaritet mellan rationella och sociala argument som är avgörande faktorer för mediavalet har funnit stöd i senare tids forskning (Webster & Trevino 1995).

Mediets fundamenta som utgångspunkt

Även själva utgångspunkten i Media Richness-teorin har kritiserats. Dennis och Kinney (1998) testade effekten av två dimensioner i Media-Richness-teorin – feedback och multipla uttryckssätt – och kom fram till att det inte finns något stöd för att högre effektivitet nås, om individer anpassar kommunikationens rikedom till graden av oklarhet hos aktiviteten. I deras studie ökade effektivitet jämnt över hela samplet, när kommunikationsrikedomen ökade. Därför menar de att Media Richness-teorin inte har något empiriskt stöd. Något som påverkar bedömningen av Dennis & Kinneys resultat är emellertid att studien enbart utfördes på delar av Media Richness-teorin (feedback och multipla språk) och att den empiriska datainsamlingen gjordes på studenter i en experimentell miljö, ej i en verklig organisationssituation. Dennis och Kinneys (1998) resultat får därför stå mot andra empiriska studier, som funnit stöd för Media Richness-teorin, t. ex. Daft, Lengel och Trevino (1987) och senare empiriska fallstudier inom produktutveckling av Lewis (1998:8).

Det som är mest intressant är att andra dimensioner än övergripande aktivitetskaraktéristik respektive mediets kommunikationsrikedom påverkar effektiviteten, åtminstone vad gäller ny informationsteknologi (Dennis och Kinney 1998). Intresset bör av det skälet riktas mot att kombinerat analysera den nya informations-

teknologins fundamentala aspekter (funktioner) och den aktuella arbetsuppgiftens grundproblem. Om till exempel snabb feedback krävs i en organisationssituation för att snabbt kunna fatta beslut i en fråga, kommer det medium som kan erbjuda just den funktionen att öka effektiviteten. Om målet istället endast är att sprida information, kanske feedback-möjligheten är mindre viktig än att snabbt nå ut med informationen i en form som lätt förstås av de mottagande individerna (ibid :270).

Dennis och Kinneys perspektiv riktar intresset mot en analysnivå, som är lägre än den som behandlas Media Richness-teori. Enligt dem är det viktigt att i detalj studera drivkrafterna för effektivitet i varje enskild aktivitet i relation till de fundamentala funktioner ett enskilt medium kan erbjuda. Jag väljer att kalla detta perspektiv 'Media Fundamentals' och ser det i denna studie som ett komplement till 'Media Richness'-teorin.

2.3 Aktivitets- och aktörsstruktur

Aktörer och aktiviteter är centrala begrepp för hur produktutvecklingsnätverk undersöks i denna studie. Det som undersöks är:

- Antalet aktörer, vilka aktörerna är och deras inbördes relationer, och
- De olika aktörernas funktioner och arbetsuppgifter.

Detta har sin grund i att jag i studien intresserar mig för hur arbete fördelas mellan olika organisationer. Richardsson (1972:888) menar att en industriell organisation är uppbyggd för att utföra ett antal *aktiviteter* såsom forskning och produktutveckling. Han tar fasta på att det är olika aktörer (organisationer) som utför dessa aktiviteter samt att de måste ha tillräckliga kunskaper och kompetenser för att kunna utföra en viss aktivitet¹³. Aktivitets/aktörsstruktur blir i Richardssons mening en beskrivning av vem som utför vilka aktiviteter bland aktörer, som alla har olika resursbaser.

De begrepp som Richardsson använder för att diskutera 'lämplig' arbetsfördelning är aktiviteternas *likhet* och *komplementaritet*. De aktiviteter som för sitt utförande kräver samma typ av kunskap kallar Richardsson (ibid.) *likartade aktiviteter*. Penrose (1959) har förklarat hur organisationer utvecklas i en riktning, som indikeras av deras kunskaps- och resursbas och därför kan ses som en förklaringsfaktor till varför de ofta specialiserar sig. Det finns således en inneboende tendens i en organisation att utföra likartade aktiviteter, men denna tendens behöver inte alltid bli dominerande¹⁴. Aktiviteter kan också vara *kompletterande*. Så är fallet när aktiviteterna representerar olika faser i en arbetsprocess och när de behöver koordineras i något avseende. Koordinering kan ske genom direktiv, genom samarbete eller genom marknadsmekanismer, skriver Richardsson (ibid) vidare, och

¹³ Uppdelningen i aktörer, aktiviteter och kunskaper eller resurser återkommer i nätverksteorin som den gestaltats i den 'skandinaviska skolan' (till exempel Håkansson 1989, Easton 1992).

¹⁴ Att en organisation börjar utföra en viss aktivitet kan ha helt andra orsaker, såväl endogena som exogena, än förekomsten av en viss resurs-/kunskapsbas (Richardsson 1972: 889).

de aktiviteter som koordineras genom direktiv bör lämpligen *konsolideras*, dvs. utföras inom en och samma organisation.

För en systemintegratör och dennes leverantörer inom komplex produktutveckling krävs, ofta samarbete. Samarbete behövs i de fall då aktiviteterna som utförs är *nära kompletterande*. Ett typfall på denna situation föreligger där behov finns av anpassningar i en föregående aktivitet till en påföljande, exempelvis av en viss färg för aluminiumprofiler till särskilda plåtfasader, av ett bromssystem till en viss bil, av en bro till ett visst sund. Koordinering i alla dessa fall måste ske genom konsolidering av aktiviteterna inom en och samma organisation eller genom ett nära samarbete mellan specialiserade organisationer (Richardsson 1972: 892).

Systemintegratören och leverantörerna utför olika aktiviteter i ett givet industriellt nätverk. Aktiviteterna de utför kan åtskiljas utifrån den teknologi och resursbas som krävs för deras respektive utförande. Eftersom de olika organisationerna har skilda resursbaser och teknologier 'kopplas' lämplig aktivitet och aktör samman i nätverket (Richardsson 1972, Dubois 1994). I ett industriellt system kopplas aktiviteterna till aktörer i samarbete i olika former. Ett sådant system kan förändras i olika avseenden: antalet aktörer kan förändras, likaså deras respektive länkar och relationer, samt deras betydelse, funktioner och arbetsuppgifter (Easton 1992).

2.4 Informationsteknologi och organisationsförändring

Undersökningsmodellens huvuddimensioner kommunikation/aktör/aktivitet har nu diskuterats och beskrivits både var för sig och med avseende på deras inbördes relationer. För en komplett undersökningsmodell krävs emellertid också ett perspektiv på organisatorisk förändring i relation till informationssystem. Detta område behandlas i följande stycke.

2.4.1 Från exogena till endogena förklaringsfaktorer

Forskningen om teknologi och organisationsförändring sökte inledningsvis samband mellan stabila, determinerande faktorer utanför organisationens kontroll men har på senare tid alltmer kommit att handla om hur utfallet av viss teknologianvändning styrs av det sätt på vilket organisationen tolkar och utnyttjar teknologins möjligheter. Forskningens fokus har flyttat från exogena till endogena förklaringsfaktorer.

Teknologi har länge studerats som en bestämmande faktor för organisationers struktur (Scott 1998). Woodward (1965) visade, att en organisations utformning (bland annat chefers kontrollspann och rapporteringsförhållanden) berodde på den produktionsteknologi som användes. Thompson (1967) menade att beroendet mellan olika arbetsuppgifter medförde olika koordineringsbehov och att produktionsteknologin i organisationen därför styrde behovet att utbyta information mellan olika aktörer. Galbraith (1973, 1977) argumenterade vidare längs denna linje och utvecklade en informationsflödesmodell för organisationsutformning, där förhållandet mellan organisationsstruktur och teknologi kan förutsägas, genom att man ställer sig frågan: hur mycket information måste hanteras för att utföra (reducera

osäkerheten i) en arbetsuppgift? Enligt ett 'contingency'-tänkande ger olika organisationsstrukturer olika förmåga att hantera stora informationsmängder och de passar av den anledningen bättre till vissa arbetsuppgifter än till andra.

Efterhand som man i ett stort antal studier försökt åstadkomma svar på frågan om vilken organisationsstruktur som passar en viss teknologi och hur införandet av viss teknologi förändrar organisationsstrukturen utifrån ett deterministiskt perspektiv har en delvis ny syn på problematiken utvecklats. Denna utgår från att användningen av teknologi påverkar och påverkas av det sociala sammanhang i vilket den introduceras. Teknologianvändande påverkas enligt denna syn av individbaserade tolkningar i den dagliga arbetsuppgiften (till exempel Barley 1986, Orlikowski 1996) och strategival på en övergripande organisatorisk nivå (Child 1972). Här ges omgivande strukturer enbart partiell makt att bestämma hur teknologin och organisationen utvecklas. En stor del av användandet bestäms istället av hur individer, på hög och låg nivå i användarhierarkin, tolkar möjligheterna att utnyttja teknologin.

Utvecklingen inom det övergripande området teknologi och organisationsstruktur har varit en inspirationskälla till denna studies specifika område: informationsteknologi och organisationsstruktur. Markus & Robey (1988) konstaterade, att det i princip finns tre modeller av kausalitet som använts i tidigare forskning om informationsteknologi i organisationer och dess påverkan på organisationsstrukturen. Den första kausalmodellen bygger på att informationsteknologi har en deterministisk effekt på organisationen, dvs. den informationsteknologi som införs bestämmer hur den 'nya' organisationsformen kommer att se ut. Den andra kausalmodellen utgår tvärtom ifrån att det är organisationsmedlemmarnas krav på förändringsinriktning som bestämmer hur ny informationsteknologi kommer att användas i organisationen och därmed också hur den nya organisationsformen kommer att utformas. Det tredje perspektivet, 'det framväxande perspektivet', på kausalitet är interaktionistiskt. Det är struktureringsprocessen i sig, dvs. interaktionen över tiden mellan informationsteknologins möjligheter och hur organisationen tolkar och 'vill' använda dessa som bestämmer resultaten av införandet av ny informationsteknologi i en organisation.

Markus & Robeys (1988) framväxande perspektiv kopplade informationsteknologiforskningen samman med den forskning som gjorts om teknologistrukturering. Teknologistruktureringsbegreppet har sitt ursprung i Barleys (1986) studie av införandet av scanner-utrustning på två olika röntgenavdelningar vid ett och samma sjukhus. Barley fann, att utfallet av den nya teknologin blev olika på de två avdelningarna och berodde på sociala tolkningen av teknologin under införandeprocessen. Teknologi är alltså inte en determinerande dimension i organisationers utveckling och det finns inga på förhand påvisbara 'effekter' av att man inför en viss teknologi i en organisation¹⁵. Införandet av ny teknologi utgör bara

¹⁵ Detta gäller organisationsförändringar i allmänhet, enligt Giddens (1984), eftersom struktur är både process och form samtidigt. Det sker en interaktion mellan individers agerande och den

en startpunkt för en (intensivare) struktureringsperiod, teknologin ger ett tillfälle för strukturering (occasion for structuring).

Orlikowski (1988) utvecklade mer i detalj den interaktionistiska synen på informationsteknologi och organisationsförändring. Hon angav ett alternativ till de perspektiv på studier av informationsteknologi i organisationer som föreslagits av Markus & Robey (1988) eftersom hon ansåg att det finns ett behov av att lösa upp den dualism som präglade alla ditintills genomförda studier. Denna dualism betyder, att informationsteknologi respektive den organisation som använder teknologin alltid hanteras som två i tiden separata entiteter. Det råder dualism istället för en dialektisk förståelse av interaktionen mellan informationsteknologi och organisationer. Orlikowski menade att en dialektisk förståelse borde eftersträvas och förklarade utgångspunkten i det alternativa perspektiv hon föreslog:

“Such a proposition recognizes the mutual interdependence of subjective and objective features of a phenomenon, as well as the internal relations of a phenomenon over time. This suggests that while information technology assumes an objective and external appearance in organizations it is fundamentally a human, social product with multiple potentialities and constraints. Further, information technology is not static or invariant, its features and uses change over time with the context and human interaction. Thus even as we acknowledge that technology is socially constructed and structurally constrained, we recognize that there is always a large measure of indeterminacy associated with it; that human choices intention and compulsion lie behind it” (Orlikowski 1988:47)

Informationsteknologin utgör ingen statisk, objektiv struktur inom vilken sociala handlingar utförs, utan den förändras kontinuerligt, efterhand som den skapas och återskapas över tiden i det givna sammanhanget och av mänsklig interaktion. Det finns ingen determinism i denna förändring, inget teknologiskt imperativ, och ej heller kan informationsteknologin förändras fritt efter individernas vilja.

2.4.2 Studiens förhållningssätt till informationsteknologi och organisationsförändring

För att sätta fokus på den evolutionära karaktären i interorganisatoriska relationer och tillåta en dynamisk tolkning av hur organisationsformer skapas och förändras utgår denna studie från ett struktureringsperspektiv på organisationsförändring, där subjektiva och objektiva faktorer samspelar över tiden. Perspektivet har använts i senare tids forskning om informationsteknologi och organisationsförändring (t. ex. Contractor & Eisenberg 1990, Orlikowski 1988) och även utnyttjats i forskning om hur arbete fördelas mellan interna och externa parter (Lorenzoni et al 1999).

Studien följer Contractor och Eisenberg (1990) som undersökt informationsteknologi i interorganisatoriska relationer genom att operationalisera omgivningen som ett socialt nätverk. Grundsynen i deras modell är, i likhet med modeller för

struktur de befinner sig i. Struktur blir i detta perspektiv enbart en stillbild (form) av ett flöde av händelser (process).

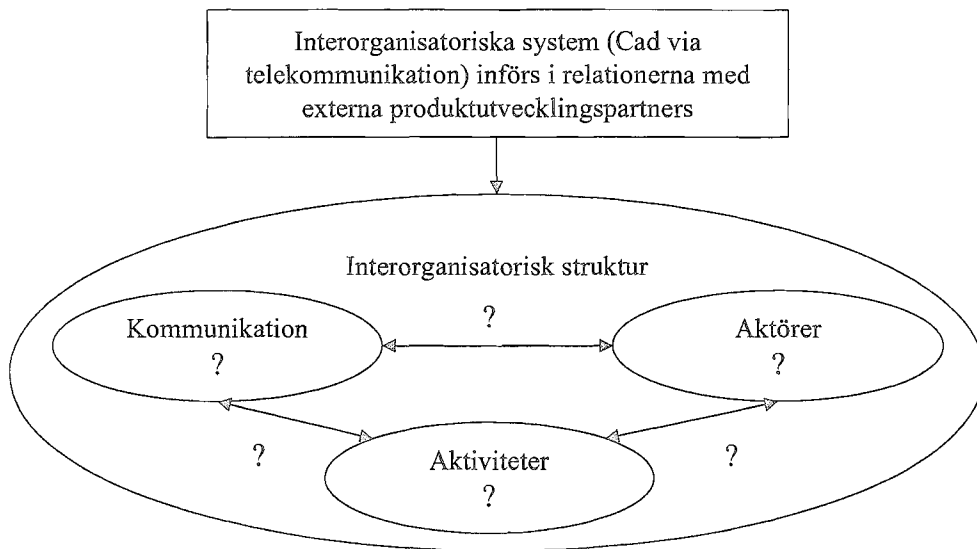
inomorganisatorisk strukturering, att å ena sidan påverkas teknikadoption av kommunikation mellan aktörer i nätverk, å andra sidan påverkas aktörernas beteende av deras användning av informationsteknologi för kommunikationen sins emellan.

Studien inriktas på att analysera aktörerna, de aktiviteter som utförs av varje aktör och de kommunikationsnätverk som konstitueras och förändras genom strukturering. På detta sätt överbryggas organisatoriska gränsdragningar. Detta är viktigt, eftersom interorganisatorisk samverkan i regel tar sin utgångspunkt i och utvecklas både utifrån de olika deltagande organisationernas formella och informella krav, planer och mål och utifrån de medverkande aktörernas specifika (informella och formella) krav, planer och mål. De senare är ofta annorlunda än de förstnämnda eftersom aktörer involverade i den interorganisatoriska relationen skapar egna roller och beteendemönster (Ring & Van de Ven 1994). Detta innebär att struktureringen sker över organisationsgränser och gäller både de organisatoriska *och* de interorganisatoriska förutsättningarna för beteende.

2.5 Undersökningsmodellen

I detta avsnitt ställs de överväganden och slutsatser som presenterats tidigare i kapitlet samman och konkretiseras i en undersökningsmodell.

Studerade förändringsområden är, enligt vad som tidigare anförts, kommunikation, aktörer och aktiviteter. Dessa komponenter benämner jag sammantaget 'interorganisatoriska struktur', eftersom de innefattar dels systemintegratörens interna organisation för att hantera externa relationer, dels förhållandena i dessa relationer. Varje komponent kan förändras i sig men, enligt vad som redovisats i det föregående finns också ett förhållande mellan de olika komponenterna som gör att en förändring i en av dem kan påverka de två andra. Modellen bygger på att detta system kan komma att påverkas vid införande av nya informationssystem i relationen mellan aktörerna. En undersökningsmodell byggd enligt denna logik visas nedan (Figur 6):



Figur 6. Undersökningsmodellen

Baserat på den forskning som diskuterats i det föregående kan för modellens huvudsakliga komponenter specificeras ett antal delområden som kan komma att förändras. Dessa delområden kommer att explorativt studeras med hjälp av den empiriska undersökningen.

2.5.1 Möjliga förändringsområden inom kommunikationsstruktur

En intensivare kommunikation kan förväntas i relationerna, både med avseende på antalet meddelanden per tidsenhet och på antalet meddelanden per individ. Denna tanke följer Hubers (1990) hypotes om att den individuella kostnaden för kommunikation minskar och att individerna därför kommunicerar mer än tidigare när nya informationssystem används, men också Daft, Lengel & Trevinos (1987) studie, där man kunde konstatera att individer valde de media med hjälp av vilka uppgiften kunde utföras effektivast. Alternativet är, att se kommunikationsinnehållet som en del av kommunikationsgenren i produktutvecklingen, och anta att förändringar i genren också medför att kommunikationens innehåll förändras (Orlikowski, 1992). Följande (sammanlänkade) frågor kan då ställas:

- *Kommer det att ske en övergång till det nya kommunikationsmediet i produktutvecklingsrelationerna?*
- *Kommer kommunikationsintensiteten att öka vid införande av det nya informationssystemet?*
- *Kommer kommunikationsinnehållet påverkas om det sker en övergång till det nya kommunikationsmediet?*

Ett ytterligare tänkbart förändringsområde är relationernas kommunikationsreciprocitet, dvs. ömsesidigheten i relationen, där antalet sända respektive mottagna meddelanden i huvudnoden kan komma att förändras. Att informationssystem kan tänkas vara ett verktyg för att förändra förhållandena mellan aktörer kan föras tillbaka till dels den diskussion som förts av Walsham (1993:55) som menade att införande av informationssystem kan förändra olika aktörer (makt-) positioner i ett nätverk. Informationssystemen kan ge ökad möjlighet till koordinering och kontroll för den aktör som är huvudnod i nätverket (Argyres 1999, Sampler 1996). Hameri & Nihtilä (1987) konstaterade dock i sin studie, att ömsesidigheten i kommunikationen mellan systemintegratör och externa parter var mer beroende av vilken fas projektet befann sig i än av nya informationssystem i relationen. Inledningsvis gick flödet från huvudnod till externa parter, senare stabiliserades ett mer bilateralt flöde. Dessa studiers något tvetydiga resultat ger upphov till frågan:

- *Hur utvecklas kommunikationsreciprociteten i produktutvecklingsrelationerna, mellan systemintegratör och externa aktörer över tiden vid införande av nya informationssystem?*

2.5.2 Möjliga förändringsområden inom aktörsstrukturen

Aktörsstrukturen, det vill säga organisationen av personal och externa aktörer i produktutvecklingsprocessen kan också komma att förändras inom flera specifika områden när de nya informationssystemen tas i bruk. Det har förutspåtts att fler externa aktörer blir direkt involverade i produktutvecklingsprocessen eftersom transaktionskostnaderna minskar (Malone et al 1987). Johnston & Vitale (1992) menade emellertid att de existerande relationer istället skulle bli starkare när de knyts ihop med interorganisatoriska informationssystem och därmed skulle antalet aktörer vara oförändrat eller till och med minska. Det finns vidare de som hävdar att informationssystemen förstärker den strategi som råder så att antalet aktörer minskar eller ökar, beroende på om företaget valt att ha marknadsbaserade eller kvasi-hierarkiska förhållande till sin omgivning (Child 1972, Bensaou 1997). Frågan blir alltså:

- *Blir antalet aktörer fler eller färre eller är antalet oförändrat vid införande av nya informationssystem?*

Externa aktörer kan tänkas involveras tidigare i produktutvecklingsprocessen när de integreras via nya informationssystem, särskilt gäller detta 3D/CAD-system (Baba & Nabaoke 1998). Genom att skicka grafiska modeller mellan olika aktörer kan de externa parterna tidigare visualisera utvecklingsuppdraget och därför också tidigare än förut bidra med sin kunskap i produktutvecklingsprocessen. Alltså:

- *Förändras tidpunkten för aktörernas engagemang i produktutvecklingsarbetet?*

Vilka aktörer och typer av aktörer som involveras i produktutvecklingsprocessen kan förändras när kommunikationen förändras, till exempel kan tredjepartsaktörer komma att innefattas i högre grad då nya informationssystem används (Fulk &

DeSanctis 1995). Frågan blir om det sker någon förändring av aktörsstrukturen i detta avseende, det vill säga:

- *Blir någon aktör/aktörstyp central i produktutvecklingsnätverket när ny informationsteknologi införs?*

2.5.3 Möjliga förändringsområden inom aktivitetsstrukturen

Informationssystemen i produktutveckling medger ökad abstraktion och att problemställningar görs explicita (Baba & Nabaoke 1998). Det kan medföra ett skifte till mer generaliserad problemlösningsslogik baserad på informationsteknologi och gemensamma databaser (Orlikowski 1988), påverka kompetensbasen hos de olika aktörerna, samt innebära ett sammanförande av och interaktion mellan informationsteknologikunskap och produktutvecklingskunskap (Heydebrand 1989). Frågan är således:

- *Förändras logiken för hur arbetet utförs?*

Sammansättningen av aktivitetskedjor kan komma att förändras jämfört med nuläget, eftersom aktiviteter kan flyttas mellan aktörer (till exempel Fulk & DeSanctis 1995, Malone et al 1987). Sättet att integrera externa aktiviteter kan också påverkas. Heydebrand (1989) har föreslagit att fler aktiviteter görs utanför företagets juridiska gräns och att det sker minskad kontroll av processen och istället ökad standardisering av resultatkontrollen. Detta behandlas som två skilda frågor i studien:

- *Sker någon överflyttning av aktiviteter mellan de olika aktörerna i nätverket?*
- *Förändras logiken för hur arbetet kontrolleras och integreras?*

Frågorna som ställts upp i de tidigare styckena utgör en konkretisering av den övergripande undersökningsmodellen och används för att studera datamaterialet. De sammanställs i tabellen (Tabell 6) nedan:

Tabell 6. En sammanställning av undersökningsfrågorna

Frågeställning: Vid införande av nya interorganisatoriska informationssystem i produktutvecklingsarbetet...

Kommer det att ske en övergång till det nya kommunikationsmediet i produktutvecklingsrelationerna?

Kommer kommunikationsintensiteten att öka?

Kommer kommunikationsinnehållet att förändras, om det sker en övergång till det nya kommunikationsmediet?

Hur utvecklas kommunikationsreciprociteten i produktutvecklingsrelationerna, mellan systemintegrator och externa aktörer över tiden?

Blir antalet aktörer fler eller färre eller är antalet oförändrat?

Förändras tidpunkten för aktörernas engagemang i produktutvecklingsarbetet?

Blir någon aktör/aktörstyp central i produktutvecklingsnätverket?

Förändras logiken för hur arbetet utförs?

Sker någon överflyttning av aktiviteter mellan de olika aktörerna i nätverket?

Förändras logiken för hur arbetet kontrolleras och integreras?

Jag har medvetet valt att kalla ovanstående för 'undersökningsfrågor' för att skilja dem från det som betecknas 'forskningsfrågor', det vill säga frågor som skall besvaras en och en samt analyseras som en helhet, som därefter utgör studiens resultat. Ovanstående undersökningsfrågor använder jag istället för att samla in och kartlägga datamaterialet och de besvaras enbart på empirisk nivå/tidig analytisk nivå. Denna studies 'forskningsfråga' utgörs av den övergripande frågan som ges av syftesbeskrivningen i det inledande kapitlet.

Kapitel 3

Metod

I metodkapitlet beskrivs hur kunskap om forskningsfrågan vunnits och motiveras varför ett specifikt tillvägagångssätt valts. Det praktiska utförandet av studien ställs i detta kapitel i relation till en övergripande metodologisk diskussion för att motivera val som gjorts i förhållande till det syfte som skall uppfyllas.

Utifrån studiens syfte motiveras inledningsvis, varför en tolkande studie utförts och varför ett enskilt fall undersökts. Sedan ges läsaren inblick i den empiriska bakgrunden och hur det kvalitativa och kvantitativa datamaterialet samlats in och analyserats. Slutligen diskuteras olika aspekter av studiens kvalitet.

3.1 Studiedesign

Studien är en tolkande fallstudie. Det innebär att den försöker förstå organisationen med utgångspunkt i hur människor upplever den (Kvale 1997). Studien är tolkande för att ge ökad förståelse för det undersökta fenomenet. Det är svårt att förklara specifika aspekter av ett fenomen, om man inte först förstår vilka aspekter som är viktiga att förklara. Därför måste förklaringsstudier föregås av förståelsestudier (Miles & Huberman 1994:91). Nya fenomen måste förstås, innan de kan förklaras.

Fallstudier har som primärt mål att ge förståelse för en dynamisk händelse, som utspelar sig i nutid (Eisenhardt 1989: 534). De lämpar sig väl för att besvara frågor av typen 'hur' och 'varför' (Yin 1994:6) och som underlag för att generera teori (Eisenhardt 1989:536). Klein och Myers (1999) menar, att tolkande fallstudier kan ge djup förståelse om fenomenet informationssystem i organisationer:

Interpretive research can help IS researchers to understand human thought and action in social and organizational contexts; it has the potential to produce deep insights into information systems phenomena" (Klein & Myers 1999:67)

Den tolkande fallstudieansatsen stämmer alltså väl med studiens syfte att utreda och förstå ett nytt informationssystemrelaterat organisationsfenomen, som utspelar sig i realtid.

3.1.1 Undersökning av ett fall

En fallstudie kan designas på en mängd olika sätt och en grundläggande valdimension är antalet fall.

Studien ägnas åt ett enskilt fall och detta kan motiveras utifrån ett antal ståndpunkter. Yin (1994:38-40) nämner tre huvudsakliga sådana: för det första kan ett enskilda fall utgöra grunden för en studie, som prövar en teori, eller så kan det enskilda fallet utgöra en unik händelse, som inte går att upprepa eller som inte påträffats tidigare. Ett tredje skäl för att välja ett enskilda fall som utgångspunkt i en studie är att forskaren kan ha tillgång till en situation, som inte kunnat studeras tidigare.

Motiven att i denna studie undersöka ett fall snarare än att jämföra ett antal fall har varit flera:

- (1) För att få empirin att spela ut alla möjligheter inför en betraktare krävs, att man ger den chansen. En studie som bygger på flera fall, medför behov av att standardisera både datainsamling och dataanalys. Då frånhänder sig forskaren möjligheten, att justera fokus efterhand som empirin ger möjligheter till nya spännande upptäckter.
- (2) Gamma (det undersökta fallföretaget) är ett större verkstadsföretag i Europa, som har hög användarmognad inom informationsteknologiområdet. Gamma är vidare relativt litet i sin bransch och hade därmed större behov av extern interaktion än de flesta konkurrenterna. Man kunde anta, att Gamma vid undersökningstillfället låg i framkant, vad gällde tänkandet kring de frågor jag var intresserad av att studera och därmed kunde uppvisa unika drag, som kunde bidra till teoriutveckling. Det var alltså i grund och botten ett intresse för det partikulära snarare än det generella som drev mig i mitt val.¹⁶
- (3) Gamma erbjöd, enligt min bedömning, dessutom en unik möjlighet att i detalj följa produktutvecklingsarbetet i så stor omfattning som behövdes samt tillgång till interna dokument och databaser. Strategin var att i första hand uttömma denna möjlighet innan jämförelse med andra fall gjordes.
- (4) En explorativ insats kräver mycket datainsamlingsarbete. Ett akademiskt avhandlingsarbete har dock begränsade tidsmässiga och finansiella ramar. Detta förhållande sätter en gräns för vad som är möjligt att åstadkomma empiriskt. Min bedömning var, att avhandlingen skulle bli bättre om, givet dessa restriktioner, studien koncentrerades till ett fall istället för att undersöka flera parallellt.

Motiven att välja ett fall och just fallet Gamma var alltså samverkande och påverkade varandra ömsesidigt. Dels fanns i frågeställningen som sådan skäl att välja ett fall, eftersom det primära syftet var att utreda och förstå hur och varför ett fenomen i en verklig situation utvecklades på ett specifikt sätt över tiden (1 ovan). Dels var Gamma intressant för det fenomen studien syftar till att klarlägga och låg i

¹⁶ Därmed är inte sagt att generaliserbarhet är oviktigt. Detta kommer att diskuteras mer i detalj senare i det här kapitlet. Här kan sägas att med hänsyn till de förutsättningar Gamma hade, med relativt mycket extern interaktion och stor informationsteknologimognad, kunde företaget tjäna som exempel för andra som senare skulle vandra samma väg.

framkanten i fråga om IOS-användande i sin bransch (2 ovan). Det erbjöd dessutom full tillgång till information och tid i så stor omfattning som studien krävde (3 ovan). Dessa faktorer samverkade över tiden, det aktuella fallet visade på intressanta möjligheter till att förstå fenomenet ju längre undersökningen (där Gamma gav full tillgång till datamaterial) fortgick. Det förstärkte i sin tur uppfattningen att studien skulle inriktas mot det enskilda fallet. Förutom dessa primära anledningar (1,2 och 3), motiverades valet av ett enskilda fall också delvis av resurssituationen i forskningsprojektet (4 ovan).

3.1.2 Analysenhet och analysnivå

Analysenheten är företaget Gammas produktutveckling. Det är hur man på företaget organiserar sina produktutvecklingssamarbeten med externa parter som utgör fokus för den empiriska undersökningen. Valet av analysenhet motiveras av syftet att undersöka interorganisatorisk produktutveckling utifrån systemintegratörens perspektiv. Det blir då logiskt att fokusera det empiriska intresset på händelser och tolkningar i anslutning till denne.

Olika aspekter av produktutvecklingen studeras: dels kommunikation mellan aktörer, dels vilka aktörer som involveras, dels hur produktutvecklingsaktiviteter fördelas mellan olika aktörer. Den delaspekt av analysenheten som kan sägas vara viktigast är kommunikationen.

Gammas produktutvecklingsavdelning, och då särskilt den interorganisatoriska aspekten av denna, analyseras på två nivåer. (1) Den första av dessa är det interorganisatoriska nätverket, dvs. en nivå där olika företagsenheter utgör aktörer som samarbetar i utvecklingsarbetet. Denna nivå benämns nätverksnivå. (2) Den andra analysnivån är grupper och individer från olika organisationer (i nivå 1) i samarbete på Gamma. Denna nivå benämns arbetsgrupp-nivå.

Motivet till att ha två analysnivåer är den interorganisatoriska aspekten av frågeställningen. Interorganisatoriska strukturförändringar sker i relationer mellan fokalföretaget och externa parter. Dessa relationer formas dels på övergripande nivå i nätverket – nätverksnivån, dels genom den dagliga interaktionen på företagets produktutvecklingsavdelning – arbetsgrupp-nivån (jämför med Ring & Van de Ven 1994, samt Contractor & Eisenberg 1990).

3.1.3 Kvalitativ studie med kvantitativa inslag

Studien utfördes mellan hösten 1995 och slutet av 1998 och omfattar kvalitativa och kvantitativa data från 1993 till 1998.

Studien har i tillägg till sin kvalitativa bas starka kvantitativa inslag, bl. a. genom att en stor del av empirin utgörs av interna kommunikationsdata, där alla CAD-meddelanden ingår som skickats mellan Gamma och dess produktutvecklingspartners under den studerade tiden.

Styrkan med den valda designen anser jag vara just kombinationen av kvalitativa och kvantitativa data över lång tid. Tanken har hela tiden varit att låta kvantitativa och kvalitativa data dels stå för sig själv, dels kommunicera med varandra.

3.2 Den empiriska bakgrunden

Den empiriska studien utfördes på ett företag som av anonymitetsskäl benämns Gamma. Det verkar inom en bransch vars logik och förutsättningar bäst fångas med begreppet 'komplex tillverkningsindustri'. Denna övergripande beteckningen används för att ytterligare anonymisera studieobjektet men döljer en grupp av företag som tillverkar produkter med hög komplexitet. Detta innebär i sin tur en hög grad av specialiseringen med uppdelning av kompetenser inom företaget och över organisationsgränser, något som medför att integreringsproblemet blir omfattande.

Benämningen 'komplex tillverkningsindustri' innefattar branscher som har det gemensamt att (a) produkten som tillverkas har många ingående teknologier, att (b) det ställs stora krav på djup kunskap inom varje teknologiområde och (c) att slutmonteringen är en signifikant del vilket ger denna aktivitet stort inflytande på hur produkten bör utformas. Som exempel på komplex tillverkningsindustri kan anges vitvaruindustrin (kylskåp, tvättmaskiner, etc.), gråvaruindustrin (datorer, skrivare, etc.), fordonsindustrin och kameraindustrin. Exempel på tillverkningsindustrier som faller utanför min definition är olje- och kemiindustrin, läkemedelsindustrin och livsmedelsindustrin.

3.2.1 Motiv till att studera komplex tillverkningsindustri

Studier av komplex tillverkningsindustri har inte betydelse enbart för denna industrigren. Resultaten från sådana studier kan tillämpas även inom andra områden. Utifrån ett populationsgeneraliseringskriterium (fallstudier: Eisenhardt 1989) kan man hävda, att kunskap från fallstudier inom komplex tillverkande industri kan vara giltig, eller i varje fall vägledande, för organisationer i många andra branscher. Den jämförelsevis höga graden av komplexitet i branschen innebär nämligen att sådana studier ger en mångfacetterad och rik beskrivning av ett studerat fenomen. Mätt i storlek är naturligtvis komplex tillverkningsindustri enbart en delmängd av världens totala industrisektor. Men om man istället använder sig av någon typ av funktions-/komplexitetsmått, kan man å andra sidan hävda, att övrig industri endast utgör en delmängd av komplex tillverkningsindustri. Komplexiteten inom denna sistnämnda industri överstiger den i övrig industri¹⁷ vilket gör att den tillhandahåller mer 'extrema' och för forskaren mer uppenbara bilder av organisationer och fenomen.

17 Givetvis finns det aspekter av ett fenomen, som överhuvudtaget inte fångas in då man koncentrerar en studie till en given bransch. Det är en nackdel, som måste hanteras genom att man i första hand diskuterar resultaten utifrån det givna sammanhanget och först därefter kritiskt granskar de eventuella generaliserbarhetsmöjligheter som kan finnas. Dock menar jag, att valet av komplex tillverkningsindustri som empiri ger relativt många generaliseringsmöjligheter utifrån Eisenhardts (1989) kriterier jämfört med studier av andra branscher.

Men för denna studie har inte generaliseringskriterier i förhållande till en population varit styrande vid valet av studieobjekt. Även utifrån ett intresse för det partikulära och undersökningens möjlighet att utöka kunskapen om studiefenomenet i en specifik riktning är fallet Gamma intressant¹⁸. Företaget byggde tidigt upp en kompetens inom området informationssystem och betraktades som föregångare i Europa i början på 1980-talet. Det hade en stor avdelning som arbetade med egen utveckling av informationsstöd och de produkter som togs fram för internt bruk avknoppades i somliga fall till nya, externa bolag. Gamma har med sin långa historia inom informationssystemsektorn av allt att döma uppnått en hög mognadsgrad och god förståelse för det fenomen som studeras.

3.2.2 Förändring i fokus

I de inledande intervjuerna framkom att respondenterna uppfattade att en dramatisk förändring ägt rum för många områden inom Gamma, och speciellt informationssystem, efter ett skifte i de strategiska förutsättningarna för företaget i december 1993. Då startade ett genomgripande strategi- och förändringsprogram för alla delar av företagets verksamhet, samt en översyn av informationsteknologistategierna för de olika bolagen inom företaget.

Det förhållandet gjorde att jag beslutade mig för att vidareutveckla frågeställningen kring den upplevda förändringen. Informationssystemen upplevs i regel som något relativt abstrakt och därför är det svårt att få ett uttömmande svar från människor i en organisation om hur de upplever dessa i sin dagliga verksamhet. Svaren kommer i bästa fall att avspegla en ytlig 'common sense'-bild. Det är väl ytterst få som i sitt dagliga arbete går omkring och analyserar vad man gör och varför; man bara utför sin uppgift, helt enkelt. Därför är en uppfattad förändring och en mängd formaliserade förändringsinsatser välkomna som datamaterial. I en förändringsprocess kan man förvänta sig ett större djup i intervjupersonernas funderingar kring det fenomen man vill undersöka. De kanske själva har börjat ifrågasätta varför de gör som de gör.

Förändringsprocessen startade 'officiellt' i och med att samarbetet mellan Gamma och dess primära allianspartner¹⁹ upphörde i december 1993. För att man skall kunna få en uppfattning om effekter, behöver man granska studieobjektet både före och efter en sådan händelse. I Gammas fall innebar det, att en rimlig studieperiod var 1993-1998. Studien inleddes först hösten 1995, vilket gjorde att såväl historisk data som realtidsdata samlades in.

¹⁸ Valet har alltså skett utifrån ett teoretiskt, snarare än ett statistiskt, relaterat urvalskriterium (Glaser & Strauss 1967, Yin 1994).

¹⁹ Termen 'allians' betecknar här ett djupare samarbete, i vilket ingår deläggande och mångfunktionell interaktion. Detta kan jämföras med interorganisatoriskt samarbete, som betecknar en situation, där arbete pågår gemensamt inom avgränsade områden med deltagande av olika företag som inte har ägarintressen i varandra.

3.3 Datainsamlingen

I detta avsnitt redogörs för datainsamlingen. Det som sägs om ordning och tidpunkter i det följande skall förstås på så sätt att tyngdpunkten förlagts till ett särskilt insamlingssätt vid en viss tidpunkt och inte tolkas som att insamlingen isolerat skett då. Eftersom det i realiteten är omöjligt att styra över ett socialt, levande studieobjekt, har data insamlats om alla delfaktorer under hela studieperioden och efterhand som ny förståelse växt fram och nya frågor väckts. En fallstudie av explorativ karaktär drivs fram i en spiralliknande rörelse, där varje ny cirkel bygger på kunskap i en föregående men också utgör plattform för nästa (Helenius 1990:74). Detta gäller i första hand den teoretiska förståelse som uppnås men, eftersom det inte kan ske någon forskning utan teori (Silverman 1993) styr förhållande också den praktiska insamlingen av data.

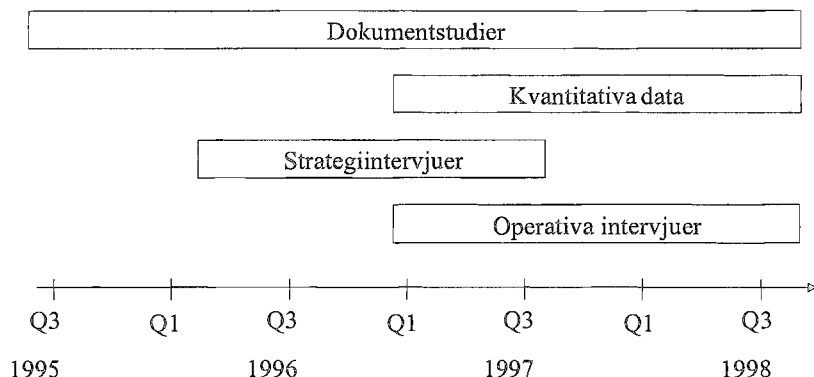
Inledningsvis bedrevs intervjuer på hög organisatorisk nivå. Här framkom framförallt en målbild för företaget som helhet och de som områden studien specifikt intresserar sig för. Dessa intervjuer benämns i fortsättningen som 'strategiintervjuer'

Nästa steg var att intervjua personer med särskild kunskap om beteenden inom produktutvecklingsverksamheten samt inom enheterna för informationsteknologi och -infrastruktur. Dessa intervjuer benämns nedan 'operativa intervjuer'.

Därefter insamlades kvantitativa data om hur informationssystemen utnyttjades. Här användes ett antal olika källor, framförallt interna databaser, som loggade hur personer i organisationen använt informationssystemen. Via denna datakälla 'mättes' integrationsbeteende/leverantörens deltagande i utvecklingsprocessen som CAD-kommunikationen mellan Gamma och leverantörerna (se vidare nedan och i appendix). Dessutom utnyttjades interna och publika dokument för att erhålla kompletterande perspektiv på fenomenet.

Nedan visas grafiskt användningen av de olika insamlingsmetoderna över tiden (Figur 7)²⁰.

²⁰ För en mer ingående beskrivning av datainsamling och olika datakällor hänvisas till appendix.



Figur 7. Användning över tiden av de olika datainsamlingsmetoderna

3.3.1 En metod för att studera kommunikationsnätverket

I studien undersöks hur en centralaktörs ('lead-firm', se s. 7 ff) kommunikationsmönster till externa parter i ett nätverk utvecklas. Det är alltså inte i strikt mening frågan om att studera kommunikationsnätverk eftersom 'nätverk' implicerar att en studie innefattar relationer mellan alla aktörer i ett givet system (jmf. Rogers & Kincaid 1983). Begreppet nätverk är ändå relevant att använda i detta sammanhang eftersom att fokalorganisationens relationer studeras som en samling dyader. Dessa dyader utgör för fokalorganisationen dennes 'nätverk'.

Att studera nätverket som en samling dyader i förhållande till en central aktör har tidigare använts vid studier av en systemintegratörs leverantörsnätverk (se till exempel Bensaou 1997, Smitka 1991, samt Clark & Fujimoto 1991). Motivet till att välja angreppssättet i denna studie är att forskningssyftet sätter fokus på hur organisationen hanterar sina *interorganisatoriska* relationer. Därför bör studiens tyngdpunkt ligga vid att utreda hur förändringar i nätverket kopplas till förändring i centralaktörens sätt att hantera sina externa relationer. Genom att studera interorganisatoriska kommunikationsflöden återspeglas relationerna i nätverket över tiden. Denna data kopplas sedan samman med förändringar som sker på arbetsgrupp-nivån för att skapa en sammanhängande bild av förändringen av systemintegratörens interorganisatoriska struktur.

Studien baseras delvis på observerat beteende vad gäller kommunikation, delvis på hur individer uppfattade förändringar. Ett vanligt alternativ inom sociologisk nätverksanalys är att samla in sociometrisk data via enkäter eller intervjuer och i dessa fråga respondenterna med vem och hur ofta de kommunicerar (Rogers och Kincaid 1981:97). Fördelen med observation jämfört med datainsamling med hjälp av enkäter eller intervjuer är framförallt att man i realtid fångar beteendet hos individerna, snarare än vad de i efterhand uttalar om sitt beteende.

Metodens validitet är dock beroende av att man under datainsamlingen inte påverkar beteendet hos studieobjektet. Ofta kräver noggranna observationsstudier att forskaren lever i den miljö som skall studeras och då finns en risk att hon eller han påverkar denna (Rogers och Kincaid 1981:113). I denna studie har problemen lösts genom att utnyttja den sidofunktion informationsteknologin har, som Zuboff (1988) benämner 'informate'. Hon menar att informationsteknologi inte enbart automatiserar procedurer i ett företag utan informerar också en betraktare, intern eller extern i förhållande till organisationen, om hur, när och var saker och ting utförs. Hon jämförde skillnaden mellan tidigare generationers produktionsteknologi och informationsteknologi enligt följande:

"Thus, information technology, even when it is applied to automatically reproduce a finite activity, is not mute. It not only imposes information (in the form of programmed instruction) but also produces information. It both accomplishes tasks and translates them into information. The action of a [traditional] machine is entirely invested in its object, the product. Information technology, on the other hand, introduces an additional dimension of reflexivity: it makes its contribution to the product, but also reflects back on its activities and on the system of activities to which it is related. Information technology not only produces action but also produces a voice that symbolically renders events, objects, and processes so that they become visible, knowable, and shareable in a new way". Zuboff (1988:9)

Informationsteknologi är således ett instrument för att producera kända varor och tjänster mer rationellt, men erbjuder också möjlighet att studera och reflektera över hur produktionen utförs och relateras till omgivningen. Genom att i efterhand analysera databasinformation som automatiskt samlats in om med vem och hur ofta Gamma kommunicerar i sitt produktutvecklingsarbete, erhåller man valid data, för att studera hur produktutvecklingen organiserats. Härigenom kan beteendet studeras, som det gestaltade sig vid tiden för agerandet och samtidigt undviks all direkt påverkan på studieobjektet.

Studien fokuserar på en viss typ av kommunikation i produktutvecklingen, nämligen kommunikationen av CAD-dokument. Därför ägnas nedanstående stycke till att motivera valet av detta fokus.

3.3.2 CAD-modeller är ett dominerande verktyg för utveckling av komplexa produkter

Målet med produktutveckling är att färdigställa information om den fysiska produkten och dess framställningssätt. Denna information skapas bland annat i form av CAD-modeller. De dagliga diskussionerna mellan olika involverade parter i produktutvecklingen centreras ofta kring CAD-modeller i syfte att utveckla dessa till en fullständig beskrivning av produkten (Masetti & Zmud 1996, Baba & Nabeoka 1998). Arbetet med komplexa produkter domineras av CAD-modeller eftersom integreringen mellan olika delsystem är central (Wasti & Liker 1997).

CAD-modellerna och den databas som integrerar alla olika delmodeller till en uttömmande beskrivning av ett helt system, utgör således det centrala arbetsobjektet

i en produktutvecklingsorganisation. För att studera hur arbetsfördelningen förändras över tiden är det därför centralt att fånga vilka som framställer dessa centrala arbetsobjekt. Detta kan göras genom att undersöka till och från vilka aktörer CAD-modellerna skickas.

Genom att studera hur CAD-modeller överförs mellan olika parter får man primärt en bild över arbetsflödena i en produktutvecklingsorganisation. Denna bild behöver inte stämma överens med hur kommunikation i övrigt ser ut. För det fall som studeras här, produktutvecklingsnätverket, kan dock hävdas att i och med att informationsteknologi här är en kärnteknologi för arbetets utförande, så konvergerar arbetsflödena med kommunikationsflödena, åtminstone en viktig del av dessa, nämligen flödena av CAD-meddelanden. Information är nämligen nyckelresursen som bearbetas och omvandlas i både arbetsflödena och kommunikationsflödena i de fall där informationsteknologi är kärnteknologi (Brass & Burkhardt 1992). Genom att studera CAD-kommunikation mellan de olika parterna i produktutvecklingsarbetet erhålls en bild av såväl arbetsflöden som kommunikationsflöden.

3.4 Analysen

I den följande diskussionen av dataanalysen behandlas kvantitativa data för sig och kvalitativa för sig, eftersom analysmetoder skiljer sig åt i viktiga avseenden mellan dessa två datatyper.

3.4.1 Analys av kvalitativa data

Analys av kvalitativa data är en process, ett analytiskt framåtskridande, mot en successivt allt högre abstraktionsnivå. Inledningsvis skapar man ett råmaterial att arbeta med, som omformas och förs samman till allt högre grad av aggregering och förhålls tills frågeställningen. Slutligen utvecklar man förslag till slutsatser som kontrolleras och inordnas i ett övergripande ramverk för förståelse av fenomenet (Miles & Huberman 1994:91-92).

För behandling av kvalitativa data finns ej bestämda spelregler på samma sätt som för kvantitativa data. I det förstnämnda fallet måste varje enskild forskare skapa trovärdighet för sin studies resultat genom att utförligt redovisa den metod som använts (Trost 1997:112). Jag beskriver nedan kronologiskt och stegvis analysen av denna studies kvalitativa data: De tidiga faserna, Nedtecknandet, Lokala teorier, Tolkning.

Analyssteg 1: Intervjuanteckningar i de tidiga faserna. Jag har vid mina intervjuer kontinuerligt – och direkt efter varje intervju – sammanfattat några viktiga allmänna intryck (t. ex. preliminära slutsatser, om respondenter själva tagit initiativ till vissa ämnen, etc.) samt nedtecknat möjliga, viktiga insikter (som t. ex. att databas-information kan vara viktig deskriptiv kvantitativ information).

Det är viktigt att redan tidigt i insamlingsarbetet analysera data (Miles & Huberman 1994:50). Intervjuanteckningar i de tidiga faserna, som bl. a. beskriver intryck av

intervjusituationen, lämpliga frågeställningar i nästa intervju (med samma eller annan respondent), formar en bas för den inledande analysen. Sådana anteckningar kan dels styra intervjuarbetet i realtid, dels också ge viktig tilläggsinformation för senare tolkningar av data. Anteckningar, som beskriver intervjusammanhanget ökar också validiteten i en kvalitativ studie (Silverman 1993).

Analyssteg 2: Nedtecknande och skapande av råmaterial – återrapportering. För att man skall kunna gå vidare i analysarbetet krävs att man ställer samman intervju-materialet i någon bearbetningsbar form.

Noggranna och uttömmande intervjuanteckningar ökar reliabiliteten i kvalitativ forskning (Kirk & Miller 1986). I praktiken kan detta innebära att man senare nedtecknar intervjusamtalen, antingen som man minns dem eller in extenso från ett band. Jag valde det senare alternativet. Alla intervjuer spelades in med hjälp av bandspelare, eftersom jag efter inledande försök fann att det var många detaljer och nyanser som föll bort om bandspelare inte användes. En utskrift av banden in extenso gav därefter möjlighet att använda datorprogram för analysen.

Nedtecknandet av intervjun från band till skrift är inte bara ett mekaniskt arbetsmoment, utan i sig ett analyssteg (Kvale 1997:147). Min forskning kräver inte att vardagsspråk (harklingar, slang, svordomar, etc.) nedtecknas i detalj. Därför "friserades" texterna i detta avseende. Detta var viktigt, såväl praktiskt som etiskt, eftersom jag sände intervjuprotokollen tillbaka till respondenterna för reaktioner och eventuella kommentarer.

I övrigt nedtecknades intervjuerna ord för ord, vilket ibland innebar, att bristande logik och missförstånd inkluderades i texten. Man kan säga att jag i denna fas strävade efter att ta ett så litet analyssteg som möjligt. För att kontrollera att nedtecknandet skedde på samma sätt för hela materialet ombesörjde jag detta arbetsmoment själv²¹. Att nedteckna intervjusamtalen ord för ord var krävande men också givande eftersom det gav lång tid för reflektion över vad som hade sagts under de olika intervjuerna.

Analyssteg 3: Analys och generering av lokala teorier. De nedskrivna intervju-protokollen, tillsammans med reaktioner från respondenterna på utskrifterna, utgjorde det huvudsakliga materialet för min efterföljande analys. Till detta lades dock övrigt kvalitativt material, såsom interna rapporter, mötesprotokoll, etc. Rent tekniskt jämfördes dessa källor med intervjutexterna, och de formade tillsammans 'det kvalitativa råmaterialet'.

Råmaterialet kan analyseras med en mängd olika metoder. Kvale (1997:170 ff.) nämner fem möjliga grundmetoder: kategorisering, koncentrerings, strukturerings (narrativ strukturerings), meningstolkning, samt ad hoc-metod. Resultatet presenteras

²¹ Detta gäller så när som för de fem sista intervjuerna vilka nedtecknades av en skrivassistent under mitt nära överinseende. I de senare fallen kontrollerades och rättades utskrifter av mig under samtidig avlyssning av intervjubanden.

huvudsakligen i ordform för metoderna koncentrerings, strukturerings, och meningstolkning. För kategorisering kan man tabulera resultatet och presentera det i sifferform, varefter materialet kan behandlas statistiskt. Ad hoc-metoden, där man eklektiskt använder olika tekniker, kan leda till såväl ord och figurer som siffror. Jag använder multipla metoder för att analysera mitt material. Det innebär att jag växlar fritt mellan olika tekniker såsom mönsterigenkänning, tematisering, metafor-skapande, faktoruuppdelningar (Kvale 1997:184, Miles & Huberman 1994:245-246). Dock är mönsterigenkänning och tematisering de dominerande och på så sätt viktigaste metoderna som används.

Mönsterigenkänning kräver kodning av materialet, så att detta kan omformas till kategorier och teman. Databasen blir då transparent utifrån andra parametrar än de som styrde datainsamlingen. Eftersom sättet att koda materialet är ett viktigt steg i analysen behandlas detta i ett separat avsnitt nedan.

Analyssteg 4: Tolkning av materialet - teorigenerering och teorikoppling. Efter de tre första analysstegen skapades en grundstruktur i mina kvalitativa data. För att nå djupare i tolkningen ställde jag teoretiskt förankrade frågor till materialet.

Huvuddelen av detta analyssteg utgörs av att empirin kopplas till tolkningsramen som beskrevs i kapitel två och som successivt vidareutvecklades under analysen. I denna analysfas tolkas empirin också med hjälp av olika teoretiska ramverk, av typen "grand theory", för att ny teori om fenomenet skall kunna skapas. Slutligen görs jämförelser med andra närliggande bidrag.

3.4.2 Kodning av materialet – kontinuerligt komparativ modell

För en analysmetod, som i huvudsak bygger på tematisering och mönsterigenkänning och där kodning därför är en central del, blir principerna för hur denna görs viktiga att diskutera.

Kodning av kvalitativa data sker vanligen enligt två huvudmetoder, som fyller olika syften: (1) Kodning av alla relevanta data i ett ärende med därpå följande utvärdering, strukturering och analys med syfte att konstruera tillräckliga bevis för en ståndpunkt; (2) Genomläsning av materialet och successiv omvärdering och utvidgning utan egentlig kodning av materialet i kategorier. Den förra huvudmetoden har ofta använts i hypotestestande syfte, den senare i syfte att generera hypoteser (Glaser & Strauss 1967).

I denna studie används en tredje kodningsmodell, den 'kontinuerligt komparativa modellen' (Glaser & Strauss ibid. s. 102). I modellen kombineras den explicita kodningen i den första huvudmetoden med den hypotesgenererande omvärderingen och utvidgningen i den andra huvudmetoden. Syftet är att förena systematik och strikthet i själva kodningsförfarandet med friheten att ompröva kodningskategorier, vilket är nödvändigt om man skall kunna generera nya hypoteser under arbets gång. Därigenom erhåller man hypoteser som är så systematiserade, att de i princip kan testas, genom t. ex. kvantitativ analys (ibid. s. 103).

Den kontinuerligt komparativa analysmetoden innehåller fyra steg, vilka pågår parallellt: (1) jämförelse av händelser, 'incidents', som kan hänföras till varje kategori, (2) integrering av kategorier och deras egenskaper, (3) avgränsning av teorin och (4) nedteckning av teorin.

(1) *Jämförelse av incidenter med tidigare datamängd inom kategorin.* Parallellt med att man kodar en viss händelse i en kategori, kontrollerar man (läser igenom) övriga händelser som är kodade inom kategorin. Efter ett antal kodningar inom en kategori uppstår inte sällan konflikter mellan olika ingående element. I det läget bör man helst göra halt i arbetet och teckna ned de teoretiska idéer man har om kategorin. Dessa kan i och för sig kan komma att omvärderas – en sak som var vanligt förekommande i den här studien (ibid. s. 106).

(2) *Integrering av kategorier och deras egenskaper.* Efterhand som man kodar händelser och jämför med övriga händelser i den kategori de hänförs till, tar man nästa steg. Detta innebär att de aggregerade egenskaperna hos alla händelser i en kategori blir identiska med betydelsen av kategorin som helhet. Kodningen går därefter ut på att jämföra händelserna med egenskaperna för kategorin snarare än tidigare händelser i samma kategori. Egenskaperna hos en kategori har därmed fått en teoretisk betydelse (ibid. s. 108).

(3) *Avgränsning av teorin.* Efterhand som analysarbetet fortgår stabiliseras teorin och ett annars till synes oändligt kodande kan därmed begränsas. Detta sker på två sätt, dels genom att teorins stabila karaktär bestämmer hur fortsatt kodning skall ske (ändringar av de stora dragen i teorin blir allt färre med tiden), dels genom att egenskaper och kategorier integreras till helheter. Den senare processen innebär, att när likheter upptäcks mellan från början åtskilda kategorier och när likheterna bedöms vara tillräckligt stora, de helt enkelt läggs samman till en och samma kategori – de betyder ju ändå samma sak. Eftersom mättnad inträtt i ett tidigare stadium för båda kategorierna, innebär sammanläggningen av dem en reduktion av komplexiteten i teoribyggandet.

(4) *Nedskrivning av teorin.* När noteringar och teoretiska kopplingar i kategorier och egenskaper blivit en systematisk teori med substans, dvs. en mättad beskrivning av det studerade fenomenet, kan denna beskrivning nedtecknas och utgöra stommen i presentationen av studien.

Det är den kontinuerligt komparativa analysmodellens ideal, i första hand vad gäller öppenhet för nya tolkningar och noggrannhet i interna jämförelser inom kategorierna, som denna studie strävat efter att uppnå. Men ingen analys kan göras teorilöst (Glaser 1978). Utgångspunkten i kodningsarbetet har varit den struktur som beskrevs i den tidigare redovisade undersökningsmodellen. Huvudkategorierna som utkristalliserade sig tidigt var alltså informationsteknologi, kommunikation, aktörer och aktiviteter. Dessa har fått bilda en första 'tom' analysstruktur, som fyllts med innehåll och betydelse, efterhand som intervjuerna analyserats.

3.4.3 Användning av verktyget NUD.IST vid kodning och analys

För att underlätta kodning och sortering använde jag verktyget NUD.IST för det kvalitativa materialet. NUD.IST användes framförallt för att bearbeta det digra intervjumaterialet men utnyttjades även för annat kvalitativt material, exempelvis dokument och tidningsartiklar.

Ett idealt användande av NUD.IST för en explorativ studie är att från studiens första dag börja notera intryck från intervjuer, koppla dessa med teori och på den grunden förutsättningslöst bygga upp noder och skapa förståelse för deras innehåll och innebörd (Miles & Huberman 1994). Fördelarna med en tidig användning av NUD.IST är att verktygets flexibilitet, struktur och sökfunktioner medför att man interaktivt kan pröva olika hypoteser för givna data. Detta ger goda förutsättningar för en mer innovativ forskningsinsats.

Detta är emellertid ett idealt sätt att arbeta och kan påverkas av olika praktiska faktorer. En sådan faktor är, att forskaren även i explorativa ansatser utgår från sina grundperspektiv. Oavsett vilka analytiska hjälpmedel som står till buds, kan inte grundperspektiven fundamentalt omprövas. En annan faktor är, att man under en studie successivt – och på grund av tidsåtgången sekventiellt – lär sig mer om olika delar av uppgiften, bl. a. vilka verktyg som står till buds för att underlätta det dagliga arbetet. Jag kom inte i kontakt med NUD.IST, förrän mina empiriska studier pågått under en längre tid. Därför hänvisades jag till att i efterhand bygga upp strukturer i NUD.IST-databasen och sedan koda mitt material i dessa strukturer.

Trots denna nackdel kunde stora delar av funktionerna i NUD.IST utnyttjas. Bland annat använde jag möjligheten till kontinuerlig jämförelse mellan olika bidrag och specifika noder i kodningsstrukturen samt att vid noderna kommentera innehåll och slutsatser. Dessutom användes flexibiliteten i strukturen för att successivt omvärdera och bygga vidare på slutsatser. Sökfunktionen i NUD.IST underlättade såväl analysen som omvandlingen av empirin till färdig avhandlingstext.

En stor nackdel med att börja använda NUD.IST mitt i forskningsprocessen var att denna, i form av val och teoriutveckling, inte automatiskt loggades. Det hade varit en klar fördel om NUD.IST hade använts redan från starten av forskningsprocessen, t. ex. för att komma ihåg och i efterhand motivera och tolka de val som gjordes.

3.4.4 Analys av kvantitativa data

De kvantitativa data som analyseras har sitt ursprung i den kommunikationsdatabas som omtalats i det föregående och i vilken alla CAD-meddelanden loggats mellan Gamma och dess externa samarbetspartners.

Vad gäller kvantitativa data existerar en mängd överenskommelser och konventioner för hur dessa bör analyseras. Jag har valt ett fåtal av de metoder som står till buds. I studien gjordes en enkel frekvensberäkning över tiden i kategorierna 'CAD-meddelanden via traditionell postgång' och 'CAD/EDI-meddelanden' (jmf. Frankfort-Nacmias et al. 1996:356). Kategoriseringen baserades på ett tekniskt

kriterium (telekommunikation eller ej) och den ger inga tvetydigheter i fråga om gränsdragningar mellan olika kategorier i den totala populationen av meddelanden. Nedan redovisas hur analysen sker efter frekvensberäkningen:

Analyssteg 1: Grafisk okuläranalys. Efter frekvensberäkningen åskådliggörs datamängden i grafisk form och en första okulär analys görs. Man studerar därvid graferna för att finna övergripande mönster över tiden.

Analyssteg 2: Relationsberäkningar. Som en naturlig utökning av okuläranalysen görs beräkningar av intensitet i olika relationer, centralitetsgrad, reciprocitet och liknande för det kommunikationsnätverk som identifierats via CAD-databasen (jmf Knoke & Kuklinski 1982 och Rogers & Kincaid 1983).

Analyssteg 3: Sammankoppling av analysnivåer (A). Kommunikationsdatabasen presenteras först övergripande, varvid analysnivån är företagen som aktörer. Därefter genomlyses databasen så, att meddelanden kan analyseras på individ- eller arbetsgrupp-nivå. Då erhålls information om vem som i de interna arbetsgrupperna på Gamma skickat ett visst meddelande till en specificerad extern part vid ett specifikt tillfälle. Denna information medför att de båda analysnivåerna – nätverket och arbetsgrupperna – kan kopplas samman i analysen.

Eftersom det tredje kvantitativa analyssteget är mycket omfattande (hundratusentals meddelanden skickades av tusentals olika individer) gjordes här ett urval av relationer och perioder, så att en jämförelse för vissa relationer kunde göras mellan tidsmässigt jämförbara perioder (kvartal 1, 'Q1') åren 1995 och 1998.

Analyssteg 4: Sammankoppling av analysnivåer (B). Arbetshypoteser formulerades om olika relationer mellan specifika arbetsgrupper och specifika externa parter. Detta gav infallsvinklar till frågor att vidareutveckla och utreda i de kvalitativa intervjuerna.

3.5 En diskussion av studiens kvalitet

I inledning av metodkapitlet slogs fast att studien är tolkande. Denna utgångspunkt är betydelsefull eftersom vetenskapliga arbetens kvalitet innebär skilda saker i olika forskningstraditionerna, även om begreppen *reliabilitet*, *validitet* och *generaliserbarhet* används i studier med både tolkande och positivistiska utgångspunkter (Alvesson & Sköldberg 1994, Kvale 1997).

3.5.1 Objektivitet, reliabilitet och validitet

I en positivistisk tradition innebär *reliabilitet* i princip att en studie är trovärdig om även andra forskare, som hade konfronterats med samma datamängd, skulle ha kommit fram till samma resultat. Detta tolkas då som att studien är 'objektiv' i den meningen att den är intersubjektiv (Yin 1994). Objektivitet i den intersubjektiva meningen har fått stor betydelse som sanningskriterium i positivistiska vetenskaps-sammanhang. En trovärdig studie i en positivistisk forskningstradition är intersubjektivt objektiv.

Men enbart det faktum att många forskare kommer fram till samma resultat är ju i sig ingen garanti för sanning (Kvale 1997:65). Reliabilitet har i en kvalitativ tradition därför också ställt krav på att andra forskare skall ha möjlighet att förstå hur forskningsprocessen gått till och hur analysen utförts (Alvesson & Sköldberg 1994). En öppen redovisning av vilka anspråk på sanning som gjorts och hur data samlats in och slutsatser dragits är här betydelsefulla trovärdighetskriterier. Detta metodkapitel avser tjäna syftet att på ett tydligt sätt återge datainsamlings- och analysförfarandet, så att utomstående kan bilda sig en uppfattning om systematiken och noggrannheten i forskningsinsatsen.

För att systematik och noggrannhet skulle garanteras i de praktiska momenten av forskningsinsatsen har denna del av processen varit fullständigt transparent för mina kollegor på institutionen. Under arbetet fördes en kontinuerlig dialog om studiens design och möjliga tolkningar av materialet.

Med en studies *validitet* avses vanligen, i en positivistisk tradition att studien mäter det den avser mäta (Yin 1994) eller mer allmänt i vilken utsträckning forskarens observationer speglar det fenomen som är föremål för undersökningen (Kvale 1997).

En del av validiteten bestäms av de objektivitetsanspråk som kan ställas på datainsamlingen. I en tolkande studie rör det sig dock inte om objektivitet i den intesubjektiva betydelsen utan objektivitet i den meningen att det utforskade objektet får komma till tals (Kvale 1997:66). Det är den intervjuade som skall tala, inte i första hand forskaren.

I min studie har jag försökt att så långt som möjligt säkerställa i intervjusituationen att respondentens syn på frågeställningen får komma till uttryck. Praktiskt kan detta göras på en rad olika sätt, bl. a. genom att noggrannt utforma och planera intervjusituationen (ibid.). Som tidigare nämnts använde jag en semistrukturerad intervjuguide och ansatsen var att respondenten fritt skulle berätta om det ifrågavarande fenomenet med referenser till sitt praktiska arbetsobjekt vid tillfället för intervjun. Den praktiska anknytningen tjänade två syften: dels reflekterade respondenten utifrån specifika händelser och inte i summariska, övergripande koncept, dels kunde kommunikationen till mig underlättas då de praktiska händelserna från verksamheten blev effektiva informationsbärare. Vidare har, tidigare i detta kapitel, diskuterats hur jag försökt öka validiteten i själva intervjusituationen genom utnyttjande av möjligheter att fråga om och omformulera vissa frågor.

Efter intervjuerna sände jag intervjuutskriften till respondenterna för kommentarer och kompletteringar. Här fick de en ytterligare chans att ge sin version av intervjusvaren och sin bild av fenomenet. I samband med återrapporteringen gavs nya möjlighet att ställa följdfrågor kring intressanta spår och att kritiskt granska de svar som hade getts vid det första intervjutillfället.

Datatriangulering anses öka validiteten (Alvesson & Sköldberg 1994, Yin 1994). Intervjuerna kompletterades med kommunikationsdata och interna/externa dokument enligt tidigare beskrivning. Någon datatriangulering i ordets egentliga mening, av

kommunikationsdata gjordes inte mot intervjuresultaten. Dessa kompletterade snarare varandra. I intervjusituationen användes dock kommunikationsdata som underlag för samtal om vad dessa innebar. Detta ledde i sin tur in samtalet på intressanta händelser, som belysts i kommunikationsstatistiken. På så sätt konfronterades kommunikationsdatabasen med de kvalitativa intervjuerna.

3.5.2 Generaliserbarhet

Fallstudier, tolkande såväl som mer positivistiska, kan inte generaliseras utifrån ett statistiskt populationskriterium (Eisenhardt 1989). Generalisering kan göras genom att man jämför resultat i närliggande fall och med teori, så kallad analytisk generalisering (Yin 1994). Detta har liknats vid den logik med utnyttjande av rättsfallspraxis som används inom juridiken (Kvale 1997). Här är det både forskarens och läsarens sak att göra och rättfärdiga de kopplingar materialet erbjuder. Studiens analytiska generalisering görs dels i analyskapitlet, där teori utvecklad i andra empiriska sammanhang används för att vidga området för slutsatser, dels i de avslutande kapitlen, där vidare implikationer diskuteras.

Också valet av empiri har diskuterats tidigare i metodkapitlet som möjlig utgångspunkt för empirisk generalisering. Lärdomar från komplex produktutveckling kan ha bäring på mindre komplex verksamhet, eftersom denna industri kan förväntas ligga i framkant vad gäller tankegångar kring möjliga lösningar på en mängd organisationsrelaterade problem.

Tolkande fallstudier använder sig inte av generalitetsanspråk på samma sätt som positivistiska studier. Denna studie vidgar sitt kunskapsanspråk genom att i olika grad använda de möjligheter en tolkande ansats ger: utveckling av koncept (begrepp), teoriutveckling, diskussion av implikationer och bidrag med en rik förståelse (Walsham 1993). Alla dessa möjligheter bygger på explicit användande av teori. Syftet är inte att falsifiera teori utan att använda den som 'glasögon' för att se nya sammanhang eller förhållanden på ett nytt sätt (Klein & Myers 1999). Det är utifrån detta synsätt som studiens användning av teorin skall förstås. Med hjälp av teori kan fenomenet tolkas, förstås och ges en rik beskrivning men det är också med stöd av denna teori begrepp skapas och implikationer diskuteras.

Härnäst är det dags att hantera dessa metodmässiga ställningstaganden och studiens kvalitet i praktiskt forskning. Då vänder vi först blicken mot empirin för att bidra med först en rik beskrivning och sedan rik förståelse av det studerade fallet.

Interorganisatoriska informationssystem på Gamma

Här beskrivs hur nya informationssystem användes i produktutvecklingen på Gamma. Diskussionen inleds med en övergripande beskrivning av företaget, branschen det verkar i, företagets särskilda förutsättningar och vilka krav detta ställde på organisationen av produktutvecklingsarbetet. Genomgången syftar till att ge läsaren förståelse för det sammanhang företaget är del av och öka insynen i den efterföljande analysen.

När den övergripande presentationen gjorts i det första delkapitlet, följer en beskrivning enligt undersökningsmodellen; först diskuteras kommunikationsstrukturen, därefter aktörsstrukturen och sist aktivitetsstrukturen.

4.1 Produktutvecklingen på Gamma

Introduktionen av Gamma och dess produktutveckling sker i fyra steg som beskriver: (a) företagets allmänna verksamhet (b) hur produktutvecklingen organiseras och bedrivs, (c) det studerade projektet HX och slutligen (d) hur interorganisatoriska informationssystem används i företagets produktutvecklings-samarbeten. Syftet är att ge läsaren en bild av den situation Gamma befann sig i när studien genomfördes.

4.1.1 Företaget Gamma

Gamma utvecklar, tillverkar, monterar och säljer produkter för den internationella konsumentmarknaden. Branschen, där företaget agerar, präglas av intensiv konkurrens mellan ett antal aktörer, av vilka några är stora, internationella koncerner. I detta sammanhang är Gamma en relativt liten aktör, som under de år företaget varit verksamt, kompenserat sin litenhet med att erbjuda produkter till en exklusivare kundgrupp.

Logiken bakom denna strategi är följande. Företaget räknar med att varje produkt, som säljs till den nämnda kundgruppen ger ett högre bidrag till att täcka de fasta kostnaderna. En liten aktör kan i regel lättare klara av att hålla jämna steg med betydligt större konkurrenter, om den inriktar sina ansträngningar mot en kundgrupp, som är beredd att betala mer för att erhålla en exklusivare produkt, därför att denna uppfyller dess specifika behov.

En viktig del av de fasta kostnaderna Gamma måste täcka är förknippad med produktutveckling. Varje år avsätts i runda tal fem procent av företagets totala intäkter till investeringar i utveckling av kommande produktgenerationer. En viktig delförklaring till Gammas höga kostnad för produktframtagning är produktens funktioner och uppbyggnad. Eftersom det är fråga om komplexa produkter ingår många teknikområden i varje delkomponent och många delkomponenter i varje slutprodukt. Därför måste företagen inom branschen ha kunskap inom många olika teknikområden för att kunna utveckla och tillverka en slutprodukt.

Eftersom Gamma inriktar sig mot en exklusivare kundgrupp är dess produkter särskilt sofistikerade och komplicerade att utveckla. En högt betalande kundgrupp kräver högt värde i produkten de köper, vilket kan skapas genom att produkten uppfattas ha hög kvalitet och 'modern' teknologi. Detta fordrar att kunskapsnivån inom varje delområde av utvecklingsarbetet är hög, vilket medför en ökad svårighetsgrad i arbetet vid en given komplexitetsgrad i produkten. Många gånger kan också komplexitetsgraden hos Gammas produkter vara högre, eftersom företaget tidigare än branschnittet måste införliva nya kunskapsområden i sina produkter för att bibehålla exklusivitetsstämpeln.

Med denna grundläggande affärssituation som utgångspunkt, har utmaningen för Gamma varit att till låg kostnad och snabbt ta fram ett underlag, som möter ett specifikt, strategiskt produktkoncept och medger, att produkten går att tillverka kostnadseffektivt. Då kan företaget nå en rimlig vinstnivå, vilket är en förutsättning för satsningar på nya utvecklingsprojekt.

För att nå detta mål har Gamma utformat en omfattande produktutvecklingsorganisation, speciellt lämpad för att hantera komplexitet. Eftersom Gamma som nämnts är ett relativt litet bolag i branschen, utgör ett av de viktigaste inslagen i denna organisation dess förmåga att hantera samarbete med andra organisationer.

4.1.2 Produktutvecklingsorganisationen på Gamma

Gammas organisationsutformning i produktutvecklingen diskuteras nedan ur två för studien viktiga aspekter: (1) Intern produktutvecklingsorganisation och (2) Samarbete med externa parter.

Intern produktutvecklingsorganisation

Den traditionella organisationen – funktionsspecialisterna

Traditionellt indelades Gammas utvecklingsavdelning efter den tekniska kompetens som krävdes för en viss arbetsuppgift. Individer med samma kompetens placerades

inom samma arbetsgrupper. Produktutvecklingen på företaget uppvisade alltså en funktionell organisation²².

Problemlösning kräver att personer med 'rätt' kunskap får tillfälle att ta sig an problemet. Inom den funktionella produktutvecklingsorganisationen fanns rätt kunskap inom respektive specialavdelning; skulle ett mekanikproblem lösas, skickades underlaget till mekanikavdelningen och skulle ett elproblem lösas skickades underlaget till elavdelning, o.s.v. Detta innebar, att separerade enheter löste de för dem centrala problemen utifrån sina specifika perspektiv utan att känna ansvar för hela systemlösningen.

Bristen på systemperspektiv hos de olika avdelningarna medförde svårigheter att vid efterföljande steg kostnadseffektivt tillverka de olika detaljerna i produkten. Eftersom leverantörerna, som skulle tillverka olika komponenter, blev inkopplade sent i utvecklingsprojektet, kom deras kompetens och processförutsättningar sällan med i problemlösningssprocessen. Detta förorsakade höga tillverkningskostnader och många gånger en lägre tekniknivå i komponentlösningarna.

Så var alltså utgångsläget när Gamma inträdde i 1990-talet. Men förändringar var på väg – dels utkristalliserade sig behovet att vid varje problemlösningstillfälle se de övergripande målen för att kunna ta rätt beslut, dels ökade produkternas komplexitetsgrad och med detta kraven på snabba, kostnadseffektiva produktutvecklingsprojekt. Detta skulle leda till en annan organisationslogik än den som baserats på funktionstillhörighet.

En struktur som fokuserar på den övergripande målbilden

För projekt HX, det första projektet i den nya organisationslogiken, formulerades vissa övergripande mål:

"Om man tittar på de kundgrupper vi vill vända oss till, så är det människor som vill uttrycka sin individualitet genom det dom köper. Och dom vill också ha stark koppling mellan det dom står för och det varumärket står för." (Ansvarig för konceptutveckling på Gamma)

I det dagliga produktutvecklingsarbetet var det svårt att för varje problemlösningstillfälle och i varje delmoment förhålla sig till de övergripande konceptmålen. Därför styrde Gamma produktutvecklingsinsatserna mot tre konkreta måldimensioner: tid, kostnad och kvalitet²³, som var och en bröts ner på varje separat delaktivitet. Till varje delmoment i utvecklingen allokerades en andel av den totala budgeten vad

²² Till exempel var alla mekanikkonstruktörer placerade tillsammans och separerade från de konstruktörer som var specialiserade på el, som i sin tur var separerade från specialister på andra teknikområden.

²³ Kvalitet hade här en vidare innebörd än vad som många gånger är brukligt. Begreppet innefattade såväl byggkvalitet - att komponenter går att tillverka och montera - som designkvalitet - dvs att produkten motsvarar konceptspecifikationer; det senare kallades också konceptprecision.

gäller kostnad, tid och övrig resursåtgång, och dessutom sattes ett teknikmål, som angav hur en komponent skulle bete sig i olika avseenden. Sedan tidigare fanns geometri allokerad som utrymmesmål för varje komponent. Avstämningar mot målbilden skedde med en till två veckors mellanrum under hela utvecklingstiden.

Sedan återstod det övergripande målet – konceptet – som utgjordes av den känsla produkten skulle skapa hos den tilltänkta användaren. Begreppet konceptprecision är tämligen abstrakt och därför svårt att bryta ner för varje deluppgift men ändå den kanske viktigaste kvalitetsaspekten. Gamma valde därför att bygga upp en separat enhet inom produktutvecklingen, som ansvarade enbart för konceptet och att den färdiga produkten verkligen erhöll de egenskaper som var planerade. Parallellt med denna avdelning arbetade den ordinarie utvecklingsorganisationen med ansvar för att konstruera, rita, geometrisäkra och utprova varje enskild detalj hos produkten samt att integrera de olika delarna till en enhet.

Gammas interna produktutvecklingsorganisation bestod alltså av två kompetensgrupper eller enheter, dels den grupp som var övergripande ansvarig för egenskaper hos produkten, dvs produktkonceptet, dels en annan grupp som utförde det dagliga utvecklingsarbetet och operativt tog fram tillverkningsunderlaget. Dessa båda grupper arbetade tillsammans för att lösa problem och var placerade inom samma avdelning.

En struktur som hanterar produktkomplexitet

Istället för att basera organisationen för det dagliga utvecklingsarbetet på vilka funktioner de olika produktkomponenterna krävde och därmed vilket kunskapsområde en viss person tillhörde, utgick Gamma nu från produktens geometri. Produkten delades upp i ett antal geometriska områden och för dessa skapades arbetsgrupper, inom vilka olika funktionella specialister sammanfördes. Genom att snitten mellan de olika arbetsgrupperna var geometriskt fastlagda från början, kunde förändringar ske *inom* områdena utan att detta påverkade övriga arbetsgrupper och övriga geometriområden. Härigenom reducerades det totala kommunikationsbehovet vid en given komplexitetsgrad.

Den nya organisationsprincipen, Systemgrupperna, prövades på Gamma i mindre förändringsprojekt i slutet av 1980-talet men kom först 1996 att tillämpas i ett nytt projekt, projekt HX²⁴.

Systemgrupperna

Systemgrupperna byggde på tre centrala principer, nämligen att man inom varje arbetsgrupp (1) förde samman olika kompetenser, (2) tog samtidig hänsyn till produktutveckling och produktion samt (3) parallellt utvecklade olika projekt. Våren 1995 inleddes ett pilotprojekt för en del av utvecklingsprocessen och arbetssättet

²⁴ HX var ett produktprojekt som sorterade under plattformprojektet H. Mer om detta senare.

infördes sedan successivt med början på konstruktionsavdelningen. Inköpsavdelningen integrerades i det nya arbetssättet under hösten 1996.

Systemgrupperna var snarare ett nytt arbetssätt än en ny organisationsform. Den gamla funktionella uppdelningen skulle finnas kvar, medan Systemgrupperna blev en 'mötesplats'.

"Systemgrupperna är ingen organisation utan ett arbetssätt där människor som tillhör funktionerna sammanförs. Kompetensutveckling sker i funktionerna. Systemgrupperna skall alltså knyta till sig de personer som behövs. Även leverantörer skall ingå." (Konceptutvecklingsansvarig för HX)

I det nya arbetssättet fördes således alla teknikspecialister, som krävdes för att lösa teknikproblem inom ett visst geometriskt område på produkten, samman med inköpare och tillverkningsberedare för detta område. De senare hade som uppgift att se till att komponenten erhöll högsta möjliga tillverkningsbarhet, de förra att inköpen blev så kostnadseffektiva som möjligt. Det som var speciellt med det nya arbetssättet var, att dessa kompetensgrupper nu arbetade tillsammans, parallellt och med samma målbild.

"Här finns alla aktiviteter, egentligen, för det är tvärfunktionellt. Det gäller alltså konstruktion, beredning, provning. Ja, inköp också. Så här finns alla typer av kompetenser, som arbetar parallellt istället för att som tidigare arbeta sekventiellt: konstruktören tog fram en trave ritningar till inköp som sedan förhandlade med en leverantör, som sedan tittade på ritningarna och ofta konstaterade att det var omöjligt att göra. Som ett stafettpinne-lopp som tog mycket tid och kostade mycket pengar." (Projektansvarig för IT i produktutveckling på Gamma)

Inom varje tvärfunktionell grupp fanns en hierarki, som gällde för hela projektet. Till projektledaren för HX rapporterade olika systemutvecklingsansvariga (SU) och till dessa rapporterade olika komponentutvecklingsansvariga (KU). En SU hade i uppdrag att utveckla ett större, geometriskt fristående system, som i sin tur var uppdelat i ett antal geometriskt fristående komponentområden, för vilka KU ansvarade. Inom Systemgrupperna var det KU, som bedrev det praktiska utvecklingsarbetet och som var projektledare med ansvar för ett kärnteam bestående av en inköpare, en inköps-tekniker, konstruktörer och leverantörer. Dessutom fanns i kärnteamets omedelbara närhet 'kringkompetenser' såsom provning, logistik, projektekonomi, m. m.

Produktgeometri som organisationslogik

Sättet att utveckla produkter förändrades från 'inifrån och ut' till 'utifrån och in'.

"Nu bygger vi produkten utifrån och in istället för som tidigare inifrån och ut." (Ansvarig för produktutvecklingsprojekt på Gamma)

Det nya arbetssättet baserade sig på en ny idé om hur produkten skulle beskrivas och vilka dimensioner som skulle vara styrande i arbetet. I och med att produkten bestämdes genom dess geometri (utifrån och in) snarare än tekniska detaljlösningar (inifrån och ut), styrdes också problemlösningen av design (geometri) och egenskaper istället för som tidigare av de dolda funktioner (el, mekanik, etc.) som byggde upp de olika komponenterna.

Till följd av fokuseringen på geometri som styrande parameter placerades en så kallad geometriområdesansvarig, GOA, tillsammans med de som ansvarade för de olika tekniska kompetensområdena i Systemgrupperna. GOA:ns uppgift var att se till att det utrymme var och en konstruktör fick sig tilldelat för utveckling av en komponent bibehölls under hela utvecklingsprojektet. I de fall ändringar blev aktuella, skulle GOA:n vidarebefordra dessa till angränsande geometriområden.

Samarbete med externa parter

I Systemgrupperna var också de externa leverantörerna representerade och samarbete över organisationsgränser var en uttalad strategi hos Gamma:

"Legala organisationsstrukturer utgör inget hinder. Nätverk, partnerskap och synergier växer fram till följd av ett behov och en optimering av systemet, inte till följd av regleringar" (Årsredovisningen 1996)

Gamma hade en lång tradition av att använda sig av externa partners för tillverkning av komponenter till sina olika produkter. Redan vid tiden för Gammas etablering som fristående företag hade företaget byggt upp ett antal relationer till material- och systemleverantörer, som tillsammans utgjorde ett nätverk av industriella partners. Traditionellt hade arbetsfördelningen varit den att Gamma bestämt utseendet på en viss komponent och tagit fram nödvändigt ritningsunderlag för tillverkning. Därefter köptes tillverkning och leverans av leverantören.

I och med införandet av den nya organisationslogiken placerades leverantörerna i Systemgrupperna och blev därmed också aktörer i utvecklingsarbetet. Detta innebar att man tidigare i processen kunde ta hänsyn till hur komponenten skulle tillverkas.

Leverantören får sitt uppdrag

I tidiga faser av projekt HX involverades de leverantörer Gamma hade allra närmast samarbete med i arbetet för att diskutera förutsättningarna för vissa designlösningar. Detta innebar i praktiken, att leverantören åkte till Gammas design-avdelning och där konfronterades med olika lösningsförslag, vilket gav honom en chans att lämna synpunkter på om en viss lösning skulle vara lättare att genomföra än en annan. I denna fas var det inte fråga om något formellt utbyte av ritningsunderlag mellan parterna utan en öppen diskussion kring olika alternativ. Endast de som var signifikanta leverantörer, det vill säga de som skulle leverera en värde- och funktionsmässigt viktig del av produkten, var involverade i detta tidiga skede.

När Gamma kom in i konstruktionsfasen av produktutvecklingen påbörjades det operativa arbetet tillsammans med leverantörerna. Då tog företaget in offerter från ett antal (eller endast en) leverantörer, som specificerade hur mycket en viss detalj skulle kosta och när den skulle vara färdigutvecklad. Med offertförfrågan hade Gamma skickat en utförlig beskrivning som innehöll egenskapskrav och besked om det utrymme leverantören skulle komma att få till sitt förfogande för att konstruera den begärda funktionen. Offerten innehöll ett första utkast i form av en CAD-fil som

också kunde tas fram internt på Gamma, av den konstruktionsansvarige i samråd med den geometriområdesansvarige.

Efter det att Gamma och leverantören kommit överens om hur det första utkastet skulle förändras och utvecklas, återvände leverantören till sin hemmabas för att fortsätta arbetet i egen regi. I många fall stannade dock någon representant för denne kvar på Gamma för att hålla i den löpande samordningen. De båda parterna träffades för formella avstämningsmöten med en-två veckors mellanrum.

4.1.3 Projekt HX

Produktutvecklingen på Gamma innehöll fyra huvudaktiviteter: Förberedande utveckling, Förstudier, Produktprojekt och Löpande åtgärder²⁵. Inom Förberedande utveckling byggdes långsiktigt upp kompetens inom viktiga områden samt togs fram tekniska lösningar för framtida produktprojekt. Förstudierna syftade till att formulera mål och innehåll samt övriga förutsättningar för nya Produktprojekt och Löpande åtgärder. Löpande åtgärder var mindre projekt, där befintliga produkter eller tillverkningsprocesser modifierades. Produktprojekten var de stora projekten, där helt nya produkter togs fram.

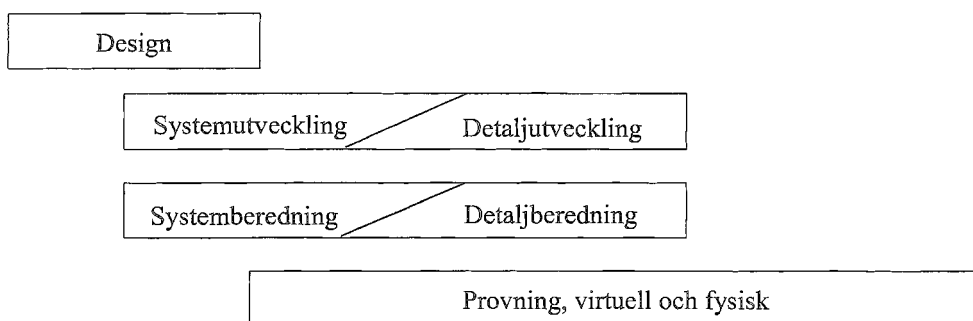
Studien fokuserar på ett särskilt Produktprojekt på Gamma, projekt HX. Projekt HX var ett stort utvecklingsprojekt. Målet var att ta fram konstruktionsunderlag till en helt ny produkt. Men projektet var stort också på det sättet, att det var först i utvecklingen av en rad av olika slutprodukter som byggde på det övergripande projektet H. Denna typ av projekt kallas plattformsprojekt och utvecklar en teknisk/organisatorisk infrastruktur, som utgör grunden för ett antal olika produkter.

HX sattes våren 1995 och den första produkten fanns på marknaden 1998. Vid den tidpunkten hade arbetet på Gammas utvecklingsavdelning alltmer kommit att svänga över i inriktning mot de andra projekten i H-familjen, HY och HZ

Produktutvecklingsaktiviteter i projekt HX

Projekt HX utgick från en projektplan, i vilken ingående beskrevs de aktiviteter som man skulle utföra för att färdigställa tillverkningsunderlaget på ett tillförlitligt sätt. De viktigaste produktutvecklingsaktiviteterna i projektplanen återges nedan:

²⁵ Intern Gamma-dokumentation, projekthandbok 1995-02-10



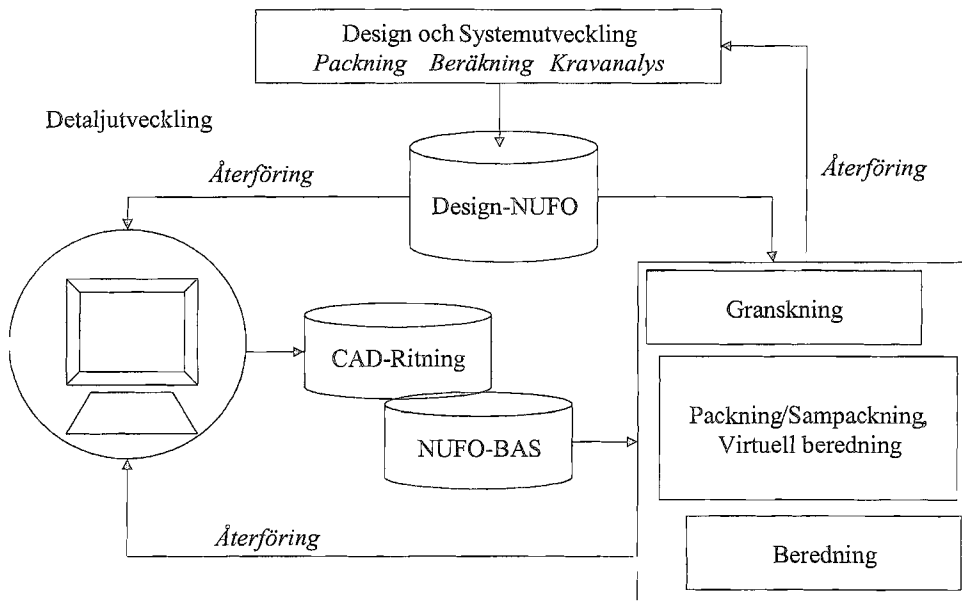
Figur 8. Översikt över projektaktiviteter i Projekt HX

Studien koncentrerar sig på produktutvecklingsarbetet i faserna Design och Systemutveckling/Detaljutveckling. Arbetet i Detaljutvecklingen syftade till att ta fram ett komplett underlaget för tillverkning av alla komponenter. Förutsättningar för arbetet gavs av tidigare faser, såsom Design, där en övergripande produktbeskrivning togs fram, och av Systemutveckling, där en 'total lösning', som skulle ge produkten önskade egenskaper, utvecklades. På lekmanannivå kan man särskilja de båda stegen Systemutveckling och Detaljutveckling genom graden av detaljnivå i lösningen.

Design gick ut på att söka bland många alternativ och fastställa ett förslag för det vidare utvecklingsarbetet. Detta förslag skulle stämma med det produktkoncept som lagts fram som mål för projektet. Därefter utvecklades i systemutvecklingsfasen ett komplett lösningsförslag med alla ingående komponenter. I detaljutvecklingsarbetet skapade konstruktörerna en entydig geometribeskrivning av alla ingående komponenter utifrån de förutsättningar som gavs av de så kallade design-NUFOna, vilka är geometriska beskrivningar av produktens ytor vilka tagits fram av designavdelningen. Dessa beskrev yttre geometrier i produkten, medan inre geometrier beskrevs av systemutvecklingsarbetet. Slutprodukten av utvecklingsarbetet var en numerisk beskrivning (CAD-fil) av varje komponent, vilken sedan utgjorde underlag för inköp och tillverkning av komponenterna.

Projekt HX ur ett informationsperspektiv

Det fanns en given hierarki mellan olika typer av CAD-information i Gammas produktutvecklingsarbete. Underlaget som hade tagits fram av Design, bildade förutsättning för systemutvecklingsarbetet och var i sin tur utgångspunkten för det underlag som togs fram i detaljutvecklingsarbetet. Samtidigt fanns en återkoppling i motsatt riktning via jämförelser i den gemensamma databasen och i form av virtuella och fysiska provningsresultat. Flödet av CAD-underlag återges nedan:



Figur 9. Flödet av Cad-underlag i projekt HX

Detaljutvecklingen var beroende av de förutsättningar som getts i design- och systemutvecklingsfaserna men resultatet från detaljutvecklingen låg i sin tur till grund för justeringar av underlaget från tidigare faser. Allt arbete utfördes med utgångspunkt i de exakta geometrier som gavs av CAD-underlagen. Samstämmighet mellan olika CAD-bidrag säkerställdes genom jämförelser av successivt uppdaterade ritningsversioner i en gemensam databas, NUFO-bas.

Produkt- och produktionsberedning av tillverknings- och monteringsprocesserna för varje detalj gjordes parallellt med detaljkonstruktionen. Syftet med denna koppling av arbetsmoment var att säkerställa, att de produkter som togs fram också skulle kunna tillverkas och monteras. Till exempel togs hänsyn till utrymmen för handgrepp, vilken maskinpark som fanns tillgänglig på specifika tillverkningsställen, etc.

4.1.4 Införandet av CAD på Gamma

Innan datorstöd fanns i produktutvecklingsarbetet, utgick man från fysiska modeller. Man talade om 'fysiskt formbestämda' modeller.

På Gamma använde man en fullskalemodell, som togs fram manuellt av en speciell kompetensgrupp på företaget. Med denna fysiska modell som grund skapades mallar som beskrev geometriska snitt av produkten. På så sätt degenererade man modellen från tredimensionell beskrivning till tvådimensionell. Mallarna användes sedan för sk. utlägg på särskilda geometriska avsnitt, som i sin tur utgjorde bestämningsytor för konstruktionsarbetet. Det dagliga produktutvecklingsarbetet skedde med hjälp av

tvådimensionella avbildningar av produkten. När konstruktionen var färdig och ytornas underliggande strukturer skapats, återskapades en fysisk (tredimensionell) modell, utgående från ritningsunderlaget. Då denna modell ansågs vara tillräckligt bra, användes den som utgångsmaterial i vidare produktutveckling och beställning hos de externa leverantörerna. Men man kunde inte använda den fysiska grundmodellen som kommunikationsredskap, eftersom den enbart fanns i ett exemplar. Därför skapade man negativavgjutningar, som sedan användes som form för nya fysiska modeller. Dessa modeller skickades sedan till leverantörerna för avmätning.

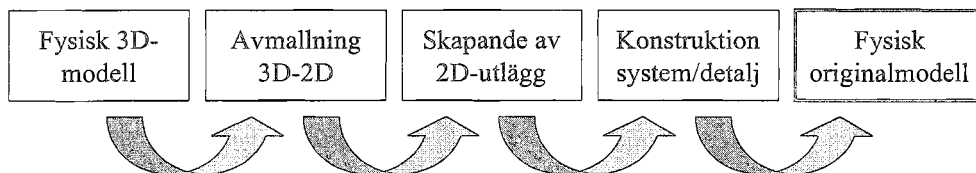
Förutom att produktutvecklingsprocessen var långsam och arbetsintensiv, gav det stora antalet övergångar mellan fysisk modell och tvådimensionella ritningar upphov till kvalitetsproblem. Man kunde inte avgöra, om konstruktionen var riktigt utförd, förrän alla delar som levererades av externa parter sammanförts till en fysisk modell. Det var också svårt att återskapa konstruktionsunderlaget, något som var nödvändigt för att kunna utföra de med jämna mellanrum förekommande inkrementella utvecklingarna av produkten.

Det skedde en stor förändring, när man i mitten av 1980-talet beslutade sig för att överge de fysiska originalmodellerna och istället utgå från en numerisk modell (elektronisk datormodell). Detta var möjligt tack vare införandet av CAD på Gamma.

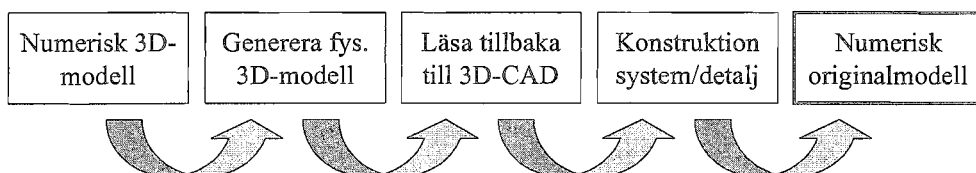
"Vårt slutresultat innan vi började med IT, det var en fysisk modell...av trä om vi går riktigt långt tillbaka. Den tiden är ju helt borta. Cad kom ju till Gamma i början på 80-talet. 1985 kom Catia för 3D-modellering." (IT-ansvarig på utvecklingsavdelningen på Gamma)

Med en första elementär numerisk modell som bas tog man fram en fysisk modell, som detaljmodifierades tills den fick önskat utseende. Därefter avlästes den och avläsningsdata bildade en numerisk utgångspunkt i form av en tredimensionell modell för konstruktion och detaljkonstruktion. Skälen till att fysiska modeller fortfarande användes var dels att informationssystemen inte medgav korrekt representation av former och färger, dels att företagsledningen inte var beredd att fatta beslut enbart på grundval av elektroniska modeller. Skillnaden mellan fysisk och numerisk utgångspunkt sammanfattas i aktivitetsschemat nedan (Figur 10):

1. Före införandet av CAD och numerisk bas:



2. Efter införandet av CAD och numerisk bas:



Figur 10. Övergripande aktivitetssekvens på Gammas produktutveckling före och efter införandet av CAD/EDI

Många aktiviteter rationaliserades bort i samband med övergången till numeriska modeller, t.ex. manuell modelltillverkning och manuellt avmallnings- och ritningsarbete. Men just denna rationaliseringsvinst var inte den främsta fördelen med att övergå till CAD och numeriska originalmodeller – somliga hävdade till och med att de initiala stegen i utvecklingskedjan med CAD tog längre tid. Den stora fördelen var, att det numeriska underlaget enklare och snabbare kunde användas i senare steg i utvecklings- och tillverkningskedjan av många olika aktörer.

4.1.5 Interorganisatorisk CAD-kommunikation

Gamma började införa EDI för överföring av ritningsunderlag mellan olika organisationer under 1994-1995. Efter införandet av CAD hade enbart successiv förbättring skett av verktyget, så att allt större datamängder kunde hanteras snabbare och ett bättre grafiskt gränssnitt mellan användare och maskin erhållas. Nu infördes CAD/EDI för att kunna hantera det interorganisatoriska arbetet och det medförde, att tiden för att skicka ritningar mellan olika organisationer minskade.

"I och med EDI kan vi nu direkt kommunicera CAD till CAD vilket reducerar ledtider i utvecklingen från veckor och dagar till minuter eller timmar. (Ansvarig för partnerutveckling, Gamma)

"I R-caset så gjorde vi under 2-3 år det här testet [telekommunikation i produktutveckling]. Då gick 600 filer fram och tillbaka. Det här kräver ju oerhört mycket. Effekterna av det blev ju att vi kunde sänka kostnaderna och får ner ledtider. Vi kunde ta bort en prototypserie till exempel. (Ansvarig för IT-samarbete, Gamma)

Inledningsvis bestod EDI enbart av en telekommunikationsförbindelse mellan Gamma och en specifik extern organisation. Denna kopplades upp ad hoc när de inblandade parterna ville underlätta intensiv kommunikationen genom att använda den nya tekniken. Efterhand som tekniken gav ökade möjligheter att överföra stora datamängder, blev allt fler organisationer i branschen intresserade. En diskussion togs därför upp i ett branschgemensamt standardiseringsorgan om en europeisk standard för överföring av CAD-information. Standardiseringen genomfördes hösten 1995 och gav ordning och reda i kommunikationen, vilket var viktigt.

"CAD/EDI (eller liknande stöd) behövs, för att ordning och reda är oerhört viktigt inom IT-överförd information. Man måste vara noga med att följa standarder. I ett antal fall har vi fått lägga [skapa] standarder. Det är många [externa parter] som då uttryckt 'positivitet': vad bra att ni säger hur man skall göra så vet vi det, och då gör vi så. Det finns så många tusen sätt komprimera, att skicka saker, att göra disketter, att göra allting kan man göra på så många sätt. Fanns det ingen standard så har vi sagt: så här gör vi och nu får ni anpassa er. Så vet alla att det är spelreglerna. (IT-ansvarig för partnersamverkan på Gamma)

Standarden utgjordes av ett elektroniskt kuvert, CADENG, som innehöll information om mottagaren, avsändaren, hur många filer som skickats, vilken typ av (CAD-) system som genererat filen, information om ritningsversion och ändringsnummer, m.m. På det elektroniska kuvertet fanns information som gjorde det möjligt att identifiera och elektroniskt hantera meddelandet. Själva CAD-filen stoppade man i det elektroniska kuvertet^{26,27}.

Gamma 'rullar ut' interorganisatorisk CAD-kommunikation

I och med standardisering av formatet för CAD-kommunikationen inleddes implementeringen av telekommunikation mellan Gamma och externa aktörer i produktutvecklingsnätverket. Antalet anslutna externa parter ökade kraftigt under senare hälften av 1990-talet:

²⁶ Rent teknisk skickades CAD-filen och informationen som sammanlänkade informationspaket i Gammas logiska telekommunikationsnätverk.

²⁷ För att öka förståelsen för tekniken kan man jämföra CADENG-meddelande med e-mail, som också användes på Gamma för kommunikation sedan lång tid tillbaka. I denna jämförelse finner man vissa likheter, t.ex. att (a) det sker en adressering av meddelandet från en individ till en annan, (b) man kan skicka meddelandet mellan olika organisationer, (c) man utnyttjar gränssnittet mellan telekommunikation och datorer och (d) man kan skicka andra typer av filer påhängda till ursprungsmeddelandet. Men för ett CADENG-meddelande finns tilläggsfunktioner som inte finns för vanliga e-mail, framför allt att det finns information 'påhängd', som gör att man kan behandla meddelandet automatiskt, när det anländer till mottagaren [vilket är förutsättningen för EDI, t.ex. genom angivande av vilket CAD-system översättning skall ske från, etc.] och att det finns ett administrativt system på branschbasis, uppbyggt kring överföringen för att säkerställa juridiskt bindande dokumentation. Det förra medför, att ingen ritningsinformation går förlorad vid överföringen och att 3D-modellering kan ske och det senare, att behovet av ordning och reda inom produktutvecklingsarbetet säkerställs.

Tabell 7. Antal telekommunikationsanslutna externa parter till Gamma²⁸

Tidpunkt	Antal telelänkar i produktion	Antal telelänkar i test
1994, Q3 ^{*)}		5
1996, Q3 ^{**)}	45	29
1998, Q3 ^{*)}	140	80-90

Frågan blir då, hur användandet av informationsteknologi för kommunikation av CAD-filer mellan parterna påverkade den interorganisatoriska strukturen; med andra ord: hur påverkades organisationen av produktutvecklingssamarbetet mellan Gamma och dess samarbetspartners, när den nya kommunikationstekniken togs i bruk? Den frågan studeras och analyseras i fortsättningen.

²⁸ Intern Gamma-dokumentation = **), uppgifter från respondenter = *).

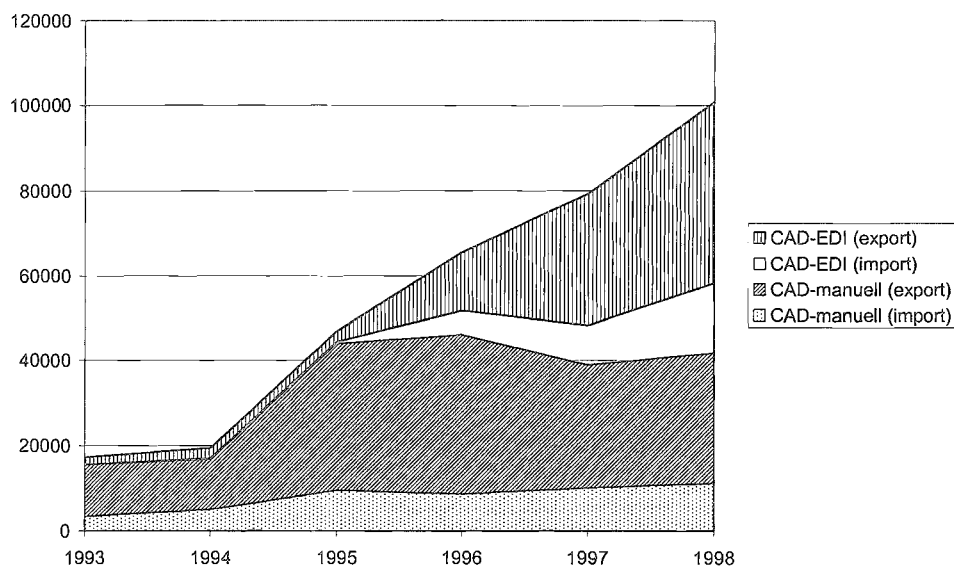
4.2 Kommunikationsstruktur

I detta delkapitel behandlas frågan om det skedde någon förändring i kommunikationen mellan Gamma och dess samarbetspartners. Kommunikationsstrukturen studeras i tre steg: (a) kommunikationsintensiteten i det interorganisatoriska produktutvecklingsnätverket, (b) kommunikationsreciprociteten i detsamma samt (c) kommunikationen i Systemgrupperna.

Avslutningsvis summeras undersökningsresultaten längs en tidsaxel. Detta motiveras av tre skäl: att underlätta för läsaren att sortera i empirin, att klarlägga samband i förändringen av kommunikationsstrukturen och att underlätta en jämförelse med dimensionerna aktörer och aktiviteter, som behandlas i nästkommande delkapitel.

4.2.1 Kommunikationsintensitet i produktutvecklingsnätverket

Figuren nedan (Figur 11) visar det totala antal CAD-meddelanden som skickades ut från och togs emot på Gammas utvecklingsavdelning under tiden 1993-1998.



Figur 11. Total CAD-kommunikation i produktutvecklingsnätverket 1993-98

Kommunikationen delas in i två huvudkategorier: 'Exporterade meddelanden', d.v.s meddelanden till externa parter i produktutvecklingsnätverket, och 'Importerade meddelanden', alltså meddelanden till produktutvecklingsavdelning från externa parter²⁹. Huvudkategorierna är i sin tur uppdelade i underkategorierna CAD-EDI och

²⁹ Export och Import har här en fysisk/geografisk innebörd.

CAD-manuell, vilka anger om ett meddelande skickats med hjälp av traditionell (CAD-manuell) eller ny (CAD-EDI) informationsteknik.

Kommunikationsintensiteten över tiden

Den totala kommunikationen från utvecklingsavdelningen till omgivningen ökade under den studerade tiden. Av diagrammet framgår att ökningstakten var ojämn och att den största relativa ökningen skedde mellan åren 1994 och 1995. För CAD-meddelanden, som skickades ut och togs emot manuellt, avstannade ökningen eller till och med minskade efter 1996. För meddelande med den nya tekniken, CAD/EDI, fortsatte däremot ökningen under hela studieperioden, såväl för exporterade som för importerade meddelanden.

Om aktivitetsgrad definieras i termer av kommunikationsintensitet, ökade aktiviteten i de interorganisatoriska relationerna under den studerade perioden och arbetet kanaliserades alltmer genom det nya mediet, som svarade för hela eller mer³⁰ av ökningen i kommunikationsintensitet under den senare delen av studieperioden. Detta framgår av nedanstående tabell:

Tabell 8. Basdata om CAD-kommunikation 1994-1998

	1994	1995	1996	1997	1998
Totalt antal CAD-meddelanden (import och export, normal och EDI)	19515	46785	65460	79239	100758
Total ökning från föregående år	2306	27270	18675	13779	21529
Procentuell ökning från föregående år	13%	140%	40%	21%	27%
Antalet ökade CAD-EDI från föregående år	N/A ³¹	203	16629	20794	18784
Andel CAD-EDI-ökning av total ökning	N/A	1%	89%	151% ^{*)}	87%

Kommunikationsökningen skedde inledningsvis enbart med hjälp av traditionell överföringsteknik. Mellan 1994 och 1995 ökade sålunda antalet meddelande med 140 procent under en tid då CAD/EDI-överföringen i princip var försumbart liten. Inledningsvis var alltså kommunikationsökningen inte teknikdriven utan snarare strategi- eller organisationsdriven.

1994 utarbetades en ny strategisk inriktning för Gamma. Enligt den nya strategin skulle Gamma kompensera sin relativa litenhet genom att agera inom sitt 'strategiska nätverk' - man skulle ta hjälp utifrån för att nå samma resursbas, som de större konkurrenterna förfogade över. Därför utnyttjade Gamma externa resurser för utvecklingshjälp, oberoende av om man hade de tekniska hjälpmedel som behövdes

³⁰ Mellan åren 1996-1997 minskade antalet meddelande i EDI-manuell, se ^{*)} i tabellen.

³¹ Kategorisering av CAD-EDI meddelanden före år 1994 ansågs av respondenterna som tämligen osäker. Därför görs ingen tillväxtjämförelse för år 1994 vad gäller CAD-EDI.

för att underlätta kommunikation. Intensiteten i kommunikationen med externa aktörer ökade därför.

Man kan alltså *inte* dra slutsatsen, att kommunikationsökningen 1994-1998 uteblivit, om ny teknologi ej införts, trots att ökningen i de senare skedena i första hand bestod av tillväxt av telekommunikationsbunden kommunikation. Vilka faktorer som verkat drivande i utvecklingen diskuteras mer i detalj i det följande analyskapitlet.

4.2.2 Kommunikationsreciprocitet över tiden

En kompletterande aspekt av kommunikationsstrukturen är dess balans, dvs hur ömsesidiga kommunikationsrelationerna är. En kommunikationsrelations ömsesidighet, eller reciprocitet, beskrivs av det antal meddelanden som skickas till en aktör jämfört med det antal som tas emot från denne. Gamma exporterade fler meddelanden än vad det importerade under tiden 1994-1998 (Tabell 9):

Tabell 9. Import och export av CAD-kommunikation

	1994	1995	1996	1997	1998
Import	5223	9902	14699	19325	27640
Export	14269	36883	51163	59914	73118
Förhållandet Export:Import	2,73	3,72	3,48	3,10	2,64

På ett importerat CAD-meddelande gick under perioden mellan 2,64 (1998) och 3,72 (1995) exporterade. Förhållandet förklarades av tekniska beroendeförhållanden mellan parterna.

"Externa parter skickar sin modell till oss för att vi skall integrera den i [produktmodell-databasen, medan vi måste skicka modeller till dem på alla kringliggande system." (Konstruktör på Gamma)

"De får ju hålla koll på övriga detaljer så att de passar ihop med [ett tekniskt delsystems benämning] också.....De skall ju ha mycket mer av oss än vi av dem." (Konstruktör på Gamma)

Den underliggande anledningen till skillnaden mellan export och import var, att de system många leverantörer skulle utforma som en del i Gammas utvecklingsprojekt hade tekniska beroendeförhållanden till en mängd andra olika delsystem. Dessa utvecklades oftast inom skilda enheter på utvecklingsavdelningen och i samarbete med andra externa aktörer. Därför fordrade leverantörernas utvecklingsavdelningar uppdateringar från flera avdelningar på Gamma för att kunna skicka en modell, som kunde integreras i databasen. Att en övervägande del av meddelandena gick från Gamma till underleverantörerna och inte motsatt väg, stämmer väl med bilden, att Gamma var den centrala kommunikationsaktören inom produktutvecklingsnätverket. Det var genom denna nod verksamheten planerades, kontrollerades och integrerades.

Variationen i kommunikationsreciprocitet utgör tecken på att initiativ och aktivitet i produktutvecklingsarbetet kommit från olika håll i nätverket vid olika tidpunkter.

Variationen var liten men återspeglade Gammas roll som ständigt central aktör i produktutvecklingsnätverket.

Gamma var 1994 tämligen inaktivt vad gäller externa kontakter, eftersom företaget då var inne i ett intensivt, introvert strategiformuleringsarbete. Företaget tog 1995, då den nya strategin fastslagits, initiativ till ökad extern kommunikation. Detta visade sig i en ökad andel meddelanden som skickades ut från företaget de närmaste två åren. Tendensen förstärktes av de trögheter i form av inarbetade arbetssätt, som fanns i förhållandet mellan Gamma och leverantörerna. En del av dessa trögheter var tekniska rutiner och investeringar i informationssystem. Adoptionen av CAD/EDI ställde krav på tekniska anpassningar och investeringar av leverantörerna i nätverket vilket tog tid att genomföra. Resultatet blev, att kommunikationsreciprociteten under åren 1995-96 övervägde till Gammas fördel, en följd av företagets initiativ till interorganisatorisk förändring, till vilket externa parter momentant inte kunde anpassa sig. Därefter gled initiativet åter mer över till de externa parterna varpå kommunikationsreciprociteten i stort sett återställdes till samma nivå, som var rådande före Gammas förändringsinitiativ.

Att Gamma var drivande och det externa nätverket följande i förändringar var en uppfattning som både interna och externa aktörer delade.

“Jag vill påstå att mognadsgraden i Gammas externa nätverk är inte..., där ligger vi först. Vi ligger väldigt ofta först i vår omvärld och inom CAD-EDI-världen driver vi på ganska hårt. Men sen skall det tas emot också och implementeras i vår verksamhet och sedan få ut det för att kunna jobba ihop med omgivningen med de hjälpmedlen.” (Ansvarig för extern kommunikation på Gamma)

“Även om det är en dialog så är det på Gammas villkor. Vi har ju ett antal CAD/EDI-miljöer levande mot vårt nätverk, och det är Gamma som är först”. (IT-ansvarig på en extern konsultbyrå)

Den fas i produktutvecklingsprojektet man befann sig i avgjorde också i vilken riktning informationen flödade. Eftersom projektet i början (1994) dominerades av tidiga koncept- och beslutsfaser, var det naturligt att de externa leverantörerna vid denna tidpunkt i högre grad ‘tog order’ från Gamma kring övergripande begränsningar i fråga om utrymme och allmänna tekniska specifikationer. Efterhand som projektet fortskred blev ramarna allt mindre föränderliga. Då blev också andelen exporterade meddelanden relativt mindre och istället ökade andelen importerade meddelanden efterhand som leverantörerna började leverera in lösningar inom ramen för de ursprungliga specifikationerna. I tidiga faser, till exempel Design, gjorde Gamma ett underlag som utgjorde grunden för vidare arbete och detta skickas därför *ut* i nätverket.

“När ni går in i 3D så börjar ni alltså få riktig nytta av CAD-dokumentationen för att ni sprider informationen?

Ja vi sprider den snabbt till andra så att de kan starta och jobba parallellt med oss, plus att vi snabbt kan få tillbaka när de har tittat på sina konstruktionslösningar. Till externa aktörer går detta via Systemgrupperna.” (IT-ansvarig på designavdelningen [tidig fas] på Gamma)

Designavdelningen skulle via kommunikationen ge förutsättningar för vidare arbete. Därför var det naturligt att tidiga faser innehöll relativt mycket kommunikation från Gamma och ut i nätverket. I senare faser, däremot, var den dagliga kommunikation mer ömsesidig och då var det mer information som flödade till Gamma. Under den senare konstruktionsfasen överfördes kommunikation bitvis och kontinuerligt i båda riktningar i relationen.

"Hela tiden så skickar vi information fram och tillbaka. Det är en väldig mängd information som går då, med modeller (Cad-modeller)

Är det informationsutbytet väldigt strukturerat, så att det bara sker vid vissa tillfällen, eller kan man skicka iväg modeller när som helst?

Det sker med jämna mellanrum." (Konstruktionsansvarig på Gamma)

Projektmässiga och organisatoriska förhållanden styrde således också hur ömsesidigheten i kommunikationen utvecklades, även om variationen var liten.

Vad hände då med kommunikationsreciprociteten när CAD/EDI infördes successivt från 1995 och framåt? Slutsatsen av ovanstående analys av all CAD-kommunikation blir, att det inte hände särskilt mycket. Detta gäller för den *totala* datamängden, dvs både för meddelanden som skickades manuellt och för dem som sändes med ny informationsteknik. Om vi nu antar att alla meddelanden i framtiden kommer att skickas med den nya tekniken blir de meddelanden som redan nu (1997) sänds med den nya teknologin särskilt intressanta att studera, eftersom de kan indikera en framtida utveckling. Frågan blir då specifikt för denna grupp av meddelanden: kunde någon skillnad skönjas, över tiden och jämfört med traditionell teknik, i kommunikationsreciprocitet?

Nedan beskrivs kommunikationsreciprociteten utifrån uppdelning mellan CAD-manuell och CAD/EDI (Tabell 10).

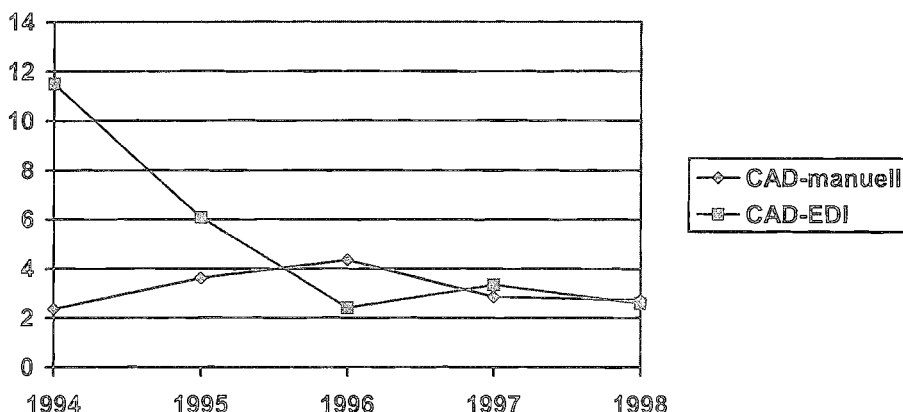
Tabell 10. Kommunikationsreciprocitet 1994-1998: CAD-manuell versus CAD-EDI

År	1994		1995		1996		1997		1998	
CAD-	Manu- -ell	EDI	Manu- -ell	EDI	Manu- -ell	EDI	Manu- -ell	EDI	Manu- -ell	EDI
Import	5011	212	9500	402	8595	5702	10084	9241	11198	16442
Export	11830	2439	34431	2452	37382	13781	28878	31036	30499	42619
Export:Imp ort	2,36	11,5	3,62	6,09	4,35	2,41	2,86	3,35	2,72	2,59

Gamma drev inledningsvis användandet av CAD/EDI och dominerande då också den kommunikationskanalen. Dominansen visar i tabellen (Tabell 10) sig som en övervikt i kommunikationsreciprociteten till Gammas fördel för åren 1994-1995, vad gäller den kommunikation som förmedlades via den nya tekniken CAD-EDI. Denna

övervikt fanns inte representerad i samma omfattning, då alla CAD-meddelanden analyserades (Tabell 9). Slutsatsen blir därför, att det var införandet av ny informationsteknik som inledningsvis ledde till den konstaterade snedfördelningen i kommunikationsreciprociteten.

Efter 1995 svängde dock situationen relativt snabbt och talen för meddelanden som hanterades med den nya informationstekniken blev ungefär desamma som för de som behandlades med den gamla tekniken. Medelvärde för CAD-manuell för åren 1996-98 var 3,31 medan motsvarande värden för CAD-EDI var 2,78. Detta visas i grafen nedan (Figur 12)³².



Figur 12. Kommunikationsreciprocitet 1994-98, CAD-manuell och CAD-EDI

Teknikskiftet från manuell hantering av CAD till CAD-EDI påverkade alltså inte reciprociteten i Gammas externa CAD-kommunikation i produktutvecklingsnätverket på lång sikt.

För att öka förståelsen för hur kommunikationen i de interorganisatoriska relationerna uppstod och varför ovanstående mönster framträdde, beskrivs i det följande kommunikationen med externa parter utifrån Systemgruppernas perspektiv.

4.2.3 Kommunikation mellan Systemgrupperna och externa parter

Studien går nu 'ner' en analysnivå i organisationen, till *individerna* i Systemgrupperna, och beskriver hur dessa kommunicerade med externa parter. Det var i Systemgrupperna, som konstruktörer, designers och andra började använda sig av de nya informationssystemen, som infördes för att underlätta produktutvecklingsarbetet. Det var också där valet gjordes, om ett visst CAD-meddelande skulle skickas och tas emot med hjälp av traditionell eller ny informationsteknik.

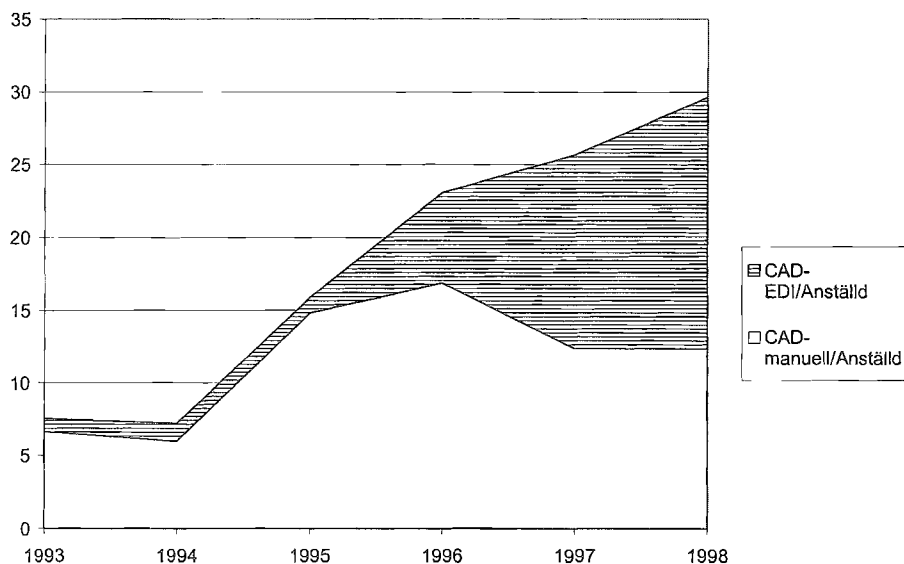
³² Antal exporterade meddelanden dividerat med antal importerade meddelanden.

Individernas kommunikationsintensitet med externa parter beror av dels hur många meddelanden som skickats till externa parter från Gamma, dels hur många individer som sânt sådana meddelanden. Utvecklingen av antalet anställda på Gammas produktutvecklingsavdelning i december åren 1994-1998 framgår nedan (Tabell 11).

Tabell 11. Antal anställda på Gammas produktutvecklingsavdelning

	1994	1995	1996	1997	1998
Antal anställda på Gammas produktutvecklingsavdelning (index =100 för jämförelseåret 1994 ³³):	100	117	112	118	124

Den totala ökningen av antalet Gamma-anställda på produktutvecklingen mellan år 1994 och 1998 var således tämligen måttlig. Om det totala antalet externa CAD-meddelanden som skickades från Gammas produktutvecklingsavdelning divideras med antalet anställda, fås ett grovt mått på hur kommunikationsaktiv varje anställd var i samarbetet med de externa parterna under perioden. Kommunikationsintensiteten per Gamma-anställd, uppdelad på kategorierna CAD-manuell och CAD-EDI, visas för åren 1993-1998 i grafen (Figur 13) nedan.



Figur 13. Kommunikationsintensiteten per anställd på Gammas produktutvecklingsavdelning åren 1993-98

Som framgår skickades det åtskilligt fler meddelanden per Gamma-anställd och tidsenhet 1998 än vid periodens början (c:a 32 jämfört med 7). Efter 1995 ökade i huvudsak enbart meddelanden som befordras med hjälp av ny informationsteknik.

³³ För anonymiseringens skull används index istället för verkliga värden på antalet anställda.

Riktning på kommunikationen i arbetsgrupperna

Antalet meddelanden, som varje Gammaanställd kunde sända med en given teknik, var i princip lika stort 1993 som 1998, eftersom detta antal vid en given teknik styrs av hur mycket tid varje individ arbetar. Arbetstiden per individ var troligen av jämförbar storlek vid de båda tidpunkterna. Därför blir en intressant fråga, om den ökade aktivitetsnivån i kommunikationen med *externa* parter medförde, att den *interna* kommunikationen mellan olika Gamma-anställda samtidigt minskade? Denna fråga behandlas i det följande.

Förhållandet mellan intern och extern kommunikation

Det gick ej att erhålla kvantitativa data för kommunikationen inom Systemgrupperna, eftersom konstruktörer och designers i det interna arbetet kommunicerade direkt med den centrala databasen, en kommunikation som inte kan loggas på ett enkelt sätt. Kvalitativa data visar dock att det under den studerade perioden skedde en kraftig ökning också av kommunikationen inom Gamma. Det gäller särskilt perioden 1996 och framåt, då Systemgrupperna bildades. Med Systemgruppernas införande förändrades situation och det blev enklare att ta kontakt och det gick snabbare att få svar på frågor.

“Närheten ger snabba svar. Där märker man ju skillnad helt klart. Man tar ju kontakter mycket snabbare och enklare. Man behöver inte skapa de här mötena på samma sätt som man gjort tidigare.” (Systemutvecklingsansvarig på Gamma)

Den interna och den externa kommunikationsintensiteten var alltså inte ömsesidigt uteslutande under perioden. Den externa kommunikationsökningen ägde istället rum parallellt med en ökad intern kommunikation och var i själva verket delvis en följd av den förbättrade interna kommunikationen. Genom att fler interna problemlösningsssekvenser genomfördes per tidsenhet i Systemgrupperna, ökade också behovet att involvera externa parter i arbetet och i många fall förlades uppdraget så gott som helt och hållet externt. Därför krävde nästan varje förändring att en fråga i form av bl.a. ett CAD-meddelande sändes till externa parter, som sedan återkom med svar. Detta innebar således att den ökade interna kommunikationen också påverkade företagets externa relationer. Införandet av telekommunikationsbaserad CAD-kommunikation drev inte denna utveckling men var en nödvändig förutsättning för den. Om inte telekommunikationsuppkopplingarna funnits, skulle de externa relationerna ha hindrat den snabbare problemlösningsssekvens som kom att utvecklas i Systemgrupperna på Gamma. Systemgrupperna och de stödjande informations-systemen för kommunikation med externa parter utvecklades parallellt.

“Systemgrupperna bygger på de här grundvärdena. Och sedan för att underlätta kommunikation och samförstånd har vi jobbat dels med arbetsmiljön och dels har vi jobbat mycket med IT, att använda den möjlighet som finns idag med IT att visualisera och förstå de tankar och idéer vi har för att bygga ett beslutsunderlag.” (Ansvarig för införandet av Systemgrupperna på Gamma)

I och med att externa parter nu fysiskt inlemmats i Systemgrupperna på Gamma, förändrades också den interorganisatoriska kommunikationen. Dels deltog

leverantörerna i den spontana kommunikation som förekom i Systemgrupperna, dels deltog de i alla avstämningsmöten, de sk. beredningsmötena, på företaget. All information, som därefter behövde stämmas av med leverantörernas respektive hemmaorganisationer, förmedlades via IT-systemen direkt från deras egna representanter på plats, eller från Gamma-anställda, till det konstruktionskontor eller den leverantör som skulle utföra förändringen.

Den nya informationstekniken gav alltså möjligheter till kommunikation så fort problem uppstod, även om externa parter var involverade. Framförallt ökade snabbheten i kommunikationen, vilket möjliggjorde daglig kommunikation över organisationsgränserna.

"Det är ju beredningsmöten varannan vecka, då vi träffas. Men sedan releasas³⁴ vi ner underlag till dem...Så fort design har något så, skickar vi iväg dem. Det kan ske varje dag." (Planeringsansvarig för en utvecklingsgrupp i HX)

I det föregående har jag redogjort för en del av produkt HX som innehöll så mycket som 20-30 detaljer. Vid förändring av en konstruktionslösning väntade man inte tills alla kringliggande detaljer var uppdaterade, utan så fort en detalj var uppdaterad fick leverantören ta del av de ändringarna för att snarast kunna ändra sin detalj, i överensstämmelse med de nya förutsättningarna. Före införandet av CAD/EDI var denna täta interaktion inte möjlig. Om man skulle ha försökt uppnå samma täta kommunikation utan hjälp av telekommunikation, hade de externa parterna varit tvungna att sitta permanent fysiskt tillsammans med Gamma:

"Exter [Gammans benämning på sitt CAD/EDI-system] och den biten, som gör att man kan skicka fram och tillbaka. Annars hade ritpersonerna varit tvungna att sitta här och göra det jobbet. Det går inte. För det första skulle vi få bygga ett hus till, i princip, motsvarande GP-huset [det befintliga huset som rymde all Gammans tjänstemannapersonal]." (Konstruktionsansvarig på Gamma)

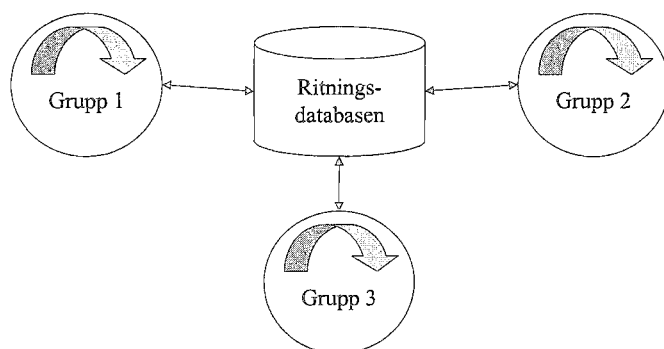
Fysisk samplacering var inte varit möjlig, eftersom det bl.a. skulle kräva orimligt stora investeringar i lokaler och annan utrustning.

Kommunikationen inom Systemgrupperna

De interna kommunikationsvägarna på Gamma ändrades när Systemgrupperna infördes. I den funktionsinriktade modellen kommunicerade individer från en funktion med alla parter i ett utvecklingsprojekt, till vilka det fanns tekniska beröringspunkter. Varje funktion fick därför ett stort antal kommunikationsparter inom organisationen; så var funktion A tvungen att ständigt kommunicera och ta emot ändringar från B, C, D, E, etc. Detta förhållande kan liknas vid en stor och tämligen komplicerad kommunikationsmatris.

³⁴ En ändring som godkänds på en avdelning 'releasas' (frisläpps/utges) för användning av andra parter (avdelningar och externa parter). Den finns då tillgänglig i modelldatabasen och kan användas som referens för angränsande geometriområden.

I Systemgruppsmodellen avgränsade man istället den interna kommunikationen till de geometriska gränssnitt, G1, G2, G3, osv, som definierade produkten. För alla geometriska områden bildades tvärfunktionella arbetsgrupper, Grupp 1, Grupp 2, respektive Grupp 3, inom vilka det kommunicerades intensivt och spontant³⁵ med CAD-underlag som bas. Mellan de olika arbetsgrupperna var CAD-kommunikationen begränsad och skedde i huvudsak via databasen (se Figur 14). I princip behöll man de geometriska 'snitt' som bestämts på förhand.



Figur 14. Kommunikationsflödet i förhållande till ritningsdatabasen i det interna produktutvecklingsarbetet

Den interna kommunikationen leddes på delvis nya vägar när den nya organisationsmodellen introducerades. Systemgrupperna var ingen direkt följd av att CAD/EDI infördes i de externa relationerna. Däremot var CAD/EDI en nödvändighet för att lösa ett geografiskt problem, som uppstod när krav ställdes på direkt leverantörsmedverkan i de interna arbetsgrupperna.

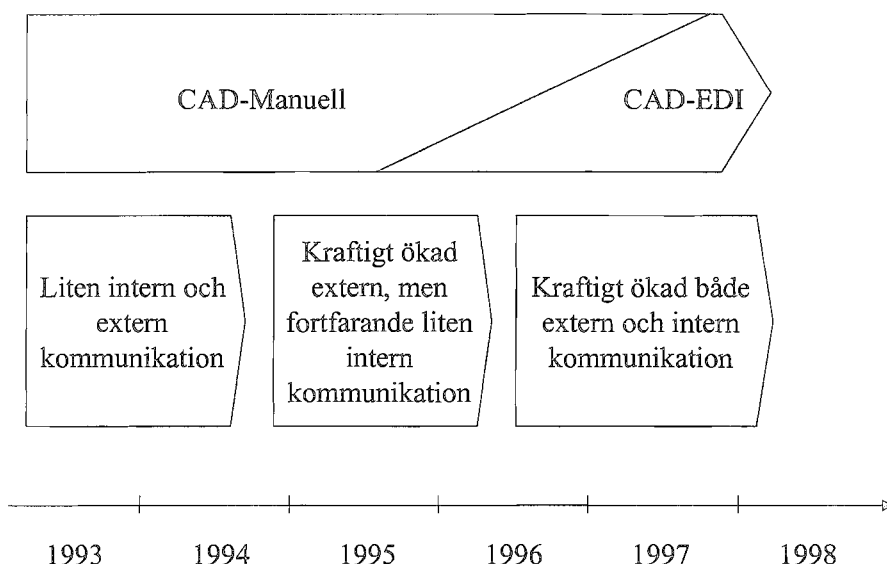
“Vi samgrupperar dem så att leverantören sitter här rent fysiskt eller via kabel så att han kan ta del av informationsflödet” (Ansvarig för IT-stöd för det speciella arbetsgrupperna på Gamma)

Den interna kommunikationen intensifierades under perioden och ändrade delvis struktur via Systemgrupperna. Men de Gamma-anställda omdisponerade inte sitt arbete så att den ökade externa kommunikationen trängde undan kommunikationen i Systemgrupperna. Den ökade interna kommunikationen genererade tvärtom mer extern kommunikation.

³⁵ Ordet 'spontant' användes av Gamma för att beskriva det nya kommunikationssättet. I texten används det för att ange, att kommunikationen inte skedde vid i tiden förutbestämda tillfällen utan så fort ett behov uppstod i problemlösningscykeln. Tidigare hade Gamma enbart förlitat sig på planerade möten för att lösa problem som berörde olika interna avdelningar och olika organisationer.

4.2.4 Sammanfattning – kommunikationsstruktur

Kommunikationsstrukturen förändrades i två viktiga avseenden parallellt med att nya informationssystem infördes i produktutvecklingsarbetet: (1) dels ökade intensiteten i Gammas kommunikation med det externa nätverket, (2) dels ökade kommunikationsintensiteten i det interna arbetet i Systemgrupperna. Förändringarna utvecklades i tre urskiljbara faser, som visas i nedanstående figur (Figur 15):



Figur 15. Kommunikationsstrukturens utveckling i produktutvecklingsnätverket

Den första fasen sträckte sig fram till och med 1994 då det var relativt låg intensitet i den externa kommunikationen från och till utvecklingsavdelningen på Gamma. Den andra fasen omfattar den mycket kraftiga tillväxten i den externa kommunikationen som ägde rum i slutet av 1994 och under 1995. Den sista urskiljbara fasen uppvisade fortsatt, dock lite mindre kraftig, tillväxt i den externa kommunikation vid början av 1996 fram till undersökningsperiodens slut sista kvartalet 1998, då första produkten från projekt HX lanserades. Det var först i inledningen av denna sista fas, som Systemgrupperna fick fullt genomslag i den interna organisationen, något som gav en kraftig ökning i intern kommunikation inom de olika grupperna. Övriga kommunikationsstrukturparametrar förändrades enbart i liten grad då det nya informationssystemet infördes. Kommunikationsreciprociteten var i stort oförändrad, den övergripande koncentrationsgraden likaså.

En ökad intern intensitet gav ökad extern intensitet i arbetet. Detta resonemang ger emellertid ingen förståelse av hur samma antal Gamma-anställda verkar ha kunnat kommunicera mer intensivt under perioden, såväl i det interna som i det externa

arbetet. Det förefaller osannolikt, att enbart en eventuell produktivitetshöjning i det interna arbetet skulle ha resulterat i den ökade kommunikationsintensiteten.

För att kasta ljus över denna gåta går jag nu över till att studera vilka aktörer, som sände CAD-meddelanden från Gamma till externa parter.

4.3 Aktörsstruktur

I detta delkapitel skildras utvecklingen av aktörsstrukturen. Detta görs i två steg: (a) en studie av aktörer i det interorganisatoriska produktutvecklingsnätverket, samt (b) en studie av de individer i Systemgrupperna på Gamma som arbetade tillsammans med externa parter. Avslutningsvis sammanfattas delkapitlets empiriska bidrag längs en tidsaxel.

4.3.1 Aktörer i produktutvecklingsnätverket

Intensiteten i kommunikationen, mätt som den totala volymen CAD-meddelanden per tidsenhet, ökade under den studerade perioden. Vilka vägar tog det ökade kommunikationsflödet? I detta sammanhang är inte den relativa riktningen, reciprociteten, i en dyad den mest intressanta dimensionen utan snarare *vilka* kommunikationsdyader i produktutvecklingsnätverket, som spelade större eller mindre roll (i termer av kommunikationsflöde).

Aktörsstrukturen förändring beskrivs i det följande i termer av vilka kommunikationslänkar, som förstärkts, försvagats, tillkommit respektive fallit bort. Den kvantitativt grundade bilden kompletteras successivt i texten genom att den uppfattning redovisas som respondenterna gav uttryck för i de kvalitativa intervjuerna.

Antalet noder i kommunikationsnätverket

Antalet aktörer och kommunikationsintensiteten per aktörsrelation ökade under tiden 1994-98 (se Tabell 12).

Tabell 12. Antalet aktiva leverantörer i kommunikationsdatabasen

	1994	1995	1996	1997
Antal externa aktörer i kommunikationsdatabasen	258	384	401	446
Genomsnittligt antal meddelanden per extern aktör	75,6	121,8	163,1	177,7

Det totala antal externa aktörer som Gamma kommunicerade med, ökade under perioden från 258 (1994) till 446 (1997). Samtidigt ökade kommunikationen (antalet meddelanden) ännu mer. Detta innebar alltså, att företaget kommunicerade mer med varje aktör, i genomsnitt en förändring från 75,6 till 177,7 meddelanden per leverantör och år.

Nätverkets koncentrationsgrad

Trots att antalet externa aktörer ökade och relationen till var och en blev mer kommunikationsintensiv enligt ovan (Tabell 12), behölls balansen i nätverket mätt som den övergripande koncentrationsgraden³⁶. Andelen leverantörer som svarade för 50 procent av kommunikationen ökade eller minskade inte nämnvärt under den studerade perioden.

Tabell 13. Andelen leverantörer som erhöll 50% av CAD-kommunikationen

	1994	1995	1996	1997
Antal leverantörer som erhöll 50% av CAD-meddelanden från Gamma.	16	21	23	24
Andel av det totala antalet leverantörer som står för 50% av kommunikationen.	6,2%	5,5%	5,7%	5,4%

Koncentrationsgraden i kommunikationsnätverket förändrades alltså inte mer än högst marginellt, när ny informationsteknik introducerades.

Dominerande kluster – betydande grupper av aktörer

Även om nätverkets koncentrationsgrad i stort sett bevarades, bytte den dominerande gruppen skepnad. Om man grupperar alla aktörer som under ett givet år erhöll 1 procent eller mer av den totala CAD-kommunikationen från Gamma, märks en tydlig förändring av vilka som återfinns bland de kommunikationsintensiva aktörerna. År 1994 innehöll 'enprocentsgruppen' 26 aktörer. Endast 11 av dessa fanns kvar i gruppen 1997, då denna innehöll 24 aktörer. Resterande 15 hade erhållit en mindre andel meddelanden. 13 av 24 dominerande aktörer 1997 var nya. Det hade med andra ord skett en markant förnyelse av den dominerande gruppen, samtidigt som det nya informationssystemet hade införts³⁷.

³⁶ Koncentrationsgrad mäts i denna studie som hur stor andel av kommunikationen med Gamma, som går att relatera till ett bestämt antal externa aktörer eller en specifik andel av dessa. Koncentrationsgrad mäts vanligtvis som andelen aktörer, som har en viss andel av relationerna i ett nätverk (Knoke & Kuklinski 1982). Jag har valt att operationalisera koncentrationsgrad som andelen aktörer som står för 50 procent av kommunikationen under den undersökta perioden, därför att detta mått mer tar hänsyn till intensiteten i varje enskild relation och ej enbart refererar till hur många relationer varje aktör har.

³⁷ Genom att använda 1%-kriteriet för dominerande aktörer erhåller man ett mått på intensiva relationer och vilka aktörer som varit dominerande i produktutvecklingsarbetet. 1994 borde procentkravet för full jämförbarhet med 1997 varit högre, eftersom antalet relationer då var färre (t.ex. =1%*antalet 1997/antalet 1994) och därmed 'konkurrensen' om meddelanden lägre. Genom att ställa det lägre kravet, 1% 1994, kommer fler aktörer med. Därför underskattas här egentligen förändringen av hur många nya aktörer som tillkommit 1997.

För att undersöka ett eventuellt samband mellan den dominerande gruppen i slutet av den studerade perioden och dess användning av de nya informationssystemen, beskrivs nedan hur stor andel av kommunikationen som de mest kommunikationsintensiva aktörerna i slutet av perioden (1997) erhållit under tidigare år. Nedan jämförs hur stor andel som de 110 mest kommunikationsintensiva aktörerna 1997³⁸ erhöll av det totala kommunikationsflödet under den studerade perioden. Detta framgår av nedanstående tabell (Tabell 14).

Tabell 14. De kommunikationsintensiva leverantörernas andel av kommunikationen

	1994	1995	1996	1997
Antal exporterade meddelanden	14292	36883	51163	73118
Antal meddelanden skickade till de under året 1997 110 mest kommunikationsintensiva aktörerna	8335	23624	39245	51801
Andel meddelanden skickade till de under året 1997 110 mest kommunikationsintensiva aktörerna	58%	64%	77%	71%

Jämförelsen visar att Gamma kommunicerade alltmer intensivt med de nämnda aktörerna under perioden. Gruppen ökade från 58% av den totala kommunikationen till 71% 1997. Dominansen var ännu större 1996. Frågan är därför om gruppen gynnades av skiftet från traditionell till ny informationsteknik?

Den frågan kan delvis besvaras genom att man undersöker hur stor andel denna grupp erhöll av meddelanden, som befordrats med hjälp av det manuella respektive det nya informationssystemet. Uppdelningen återges nedan (Tabell 15).

Tabell 15. De kommunikationsintensiva leverantörernas andel av kommunikationen, uppdelad på CAD-manuell och CAD-EDI

	1994	1995	1996	1997
Andel CAD-manuell meddelanden skickade till de mest kommunikationsintensiva 1997	70%	63%	72%	75%
Andel CAD-EDI meddelanden skickade till de mest kommunikationsintensiva 1997	N/A	78%	89%	69%

Den dominerande gruppen år 1997 anammade det nya informationssystemet tidigt och utnyttjade det mer än övriga externa aktörer (78% respektive 89% för åren 1995-

³⁸ Urvalet gjordes så att de kommunikationsintensiva i detta fall definierades som de som hade 100 meddelande eller fler exporterade från Gamma till sig under året 1997. Till antalet råkade de utgöra 110. Därefter spårades deras andel av kommunikationen från Gamma under åren 1994-1996, samt för första kvartalet 1998.

96)^{39,40}. Detta kan tolkas endera som att gruppen blivit dominerande, därför att den anammat systemet, eller som att den anammat systemet därför att de varit dominerande och känt större behov av effektivare informationshantering. Kausaliteten är svår att uttala sig om men kan belysas ytterligare, om man tar reda på vilka dessa nya, kommunikationsintensiva aktörer var.

Specifika aktörskluster - olika typer av kommunikationsintensiva aktörer

För att undersöka vilka de mest kommunikationsintensiva aktörerna var och vilken roll de spelade i produktutvecklingsarbetet använder jag samma uppdelning som Gamma självt gjorde för att karaktärisera sitt produktutvecklingsnätverk. Företaget såg sin produktutvecklingsomgivning som grupperad i tre huvudkategorier aktörer: 'traditionella' leverantörer (kallas fortsättningsvis för 'Leverantörer'), Partners, och Konsulter. Med Konsulter avsåg man de anställda vid tekniska ingenjörbyråer som specialiserat sig på konstruktions- och utvecklingsarbete och som sålde sina tjänster på viss tid till både systemintegratören och de olika leverantörerna. Partners var enligt Gammas definition de systemleverantörer som hade i uppdrag att utveckla och sekvensleverera stora, ofta geometriskt fristående, enheter för direkt inmontering i produkten.

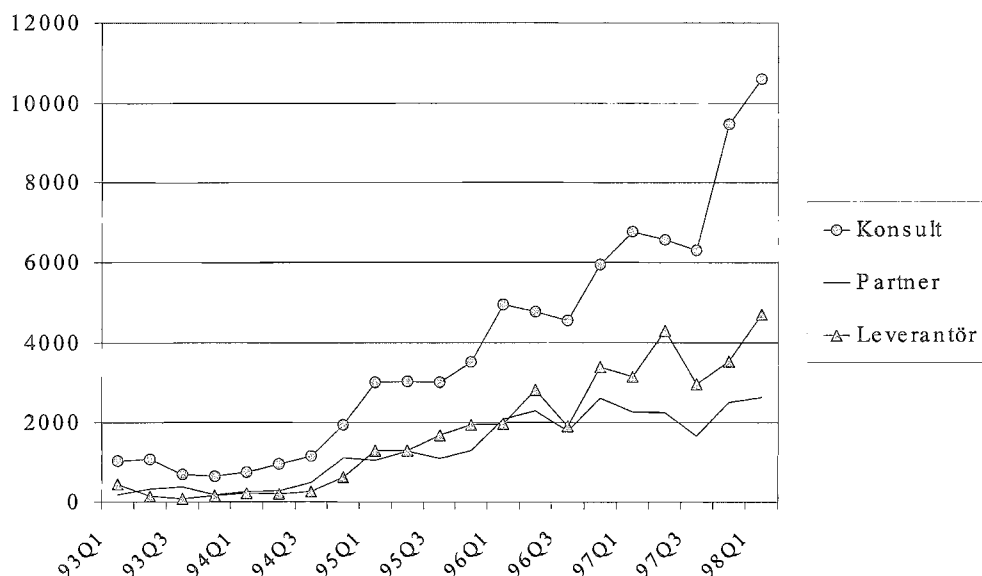
En uppdelning av kommunikationsdata för dessa tre aktörskategorier faller ut enligt följande sammanställning över den studerade perioden^{41,42} (Figur 16).

³⁹Slutsatsen bygger på följande antagande. Om vissa aktörer i kommunikationsnätverket tidigt erhöll meddelanden från Gamma med hjälp av den nya tekniken, är de också tidiga adoptörer av denna. Att de adopterat tekniken är nödvändigt för att de skulle kunna erhålla meddelanden på detta vis, men det kunde även vara så, att också de andra externa aktörerna adopterat tekniken utan att Gamma var medvetet om detta. Eftersom Gamma ansågs ha drivit teknikutvecklingen mot CAD-EDI och successivt implementerat system tillsammans med leverantörerna och systematisk registrerat detta, är det dock inte troligt att sådana fall var vanligt förekommande. Därför bortses från detta störningsmoment.

⁴⁰ För 1994 var EDI en liten del av kommunikationen och ISDN-standarden inte implementerad, varför jag har valt att bortse från detta år i diskussionen. Därför är det inte alarmerande, att vi i kolumnen för nämnda år ser noll procent i andel.

⁴¹ För att kunna använda dessa kategorier som bas för analysen gör jag först en åtskillnad mellan Konsulter och materialleverantörer. De som säljer tjänster till produktutvecklingen, allt ifrån ritarbete och konstruktion till provning o.d. får status Konsult. De återstående relationerna delas in i Leverantörer och Partner på grundval av diskussioner med respondenter på Gamma och denna indelning hade sin grund i en intern, och dokumenterad, kriterieuppställning på Gamma.

⁴² Diagrammet visar antalet exporterade CADENG-meddelanden under tiden 1993-1998Q1 för de 110 mest kommunikationsintensiva dyaderna i Gammas produktutvecklingsnätverk. För mer information om databehandling och kategorisering se appendix!



Figur 16. Antalet CAD-meddelanden uppdelad på olika aktörskategorier i produktutvecklingen (CAD-manuell och CAD-EDI)

De som mottog flest meddelanden från Gamma var Konsulterna; de hade avsevärt många fler meddelanden adresserade till sig än de andra kategorierna. Från 1995, då CAD/EDI infördes, och till 1998, ökade mängden CAD-meddelanden till Konsulterna kontinuerligt.

Partners ökade inte sin kommunikation i samma utsträckning som Konsulter, vilket i förstane är en smula förvånande, med tanke på att Gammas nya produktutvecklingsstrategi (från 1994-1995) syftade till att just de förstnämnda aktörerna skulle inta den mest centrala positionen i samarbetet med externa parter. Gamma avsåg att fram en produkt, i vilken en stor del av utvecklingsarbetet skulle utföras av Partners. Andra aktörers medverkan skulle kanaliseras via Partners, bl.a. genom medverkan i deras respektive leverantörshierarkier. Därför förväntades kommunikationen till Partners öka och kanske dominera i slutet av perioden. Utvecklingen ledde istället till en konstant dominans av Konsulterna och till att Leverantörerna ökade i betydelse som kommunikationsparter.

Ännu mer förvånande är att vissa Partners inte ens var representerade bland de mest kommunikationsintensiva externa aktörerna. Detta kan ha sin förklaring i produkttekniska termer. Till exempel kan man inte direkt dra slutsatsen att en part som levererar en hög andel av produktens slutliga produktionskostnad också har en intensiv kommunikation i utvecklingsarbetet. Kommunikationsintensiteten styrs i högre grad av komponentens tekniska integrationsbehov. Så kan vissa standard-

komponenter, som levereras till många företag, kosta mycket men anpassas väldigt lite till en viss produkt.

"Gamma är ju väldigt olika kunder hos olika företag. Ibland så är vi enda kunden, så att om vi säger 'hoppa' så frågar dom hur högt. Men tar du någon av de stora leverantörerna så är vi plötsligt en nisch-kund. Vi får egentligen vad som blir över av produktionen. Där har vi naturligtvis inte samma möjlighet att gå in och dominera." (Partneransvarig på Gamma)

I de fall där standardiseringsgraden är hög anpassar sig Gamma därför till den givna förutsättningen för att erhålla en billigare och bättre produkt och då har det ömsesidiga koordineringsbehovet reducerats. Detta innebär också att relationen blir mindre kommunikationsintensiv.

Tidig, specifik teknikkunskap (CAD-EDI 'på Gamma-vis') var en viktig faktor för kommunikationsintensitet. Trots att Gamma uttryckte detta som krav, gjorde inte alla komponent- och materialleverantörer investeringar i Gammaspecifika system⁴³ utan använde istället 'konsulter på stan' för att kommunicera med Gamma.

"Gammals konstruktörer har direkt eller indirekt ändå ställt kravet, att om leverantören skall få uppdraget så måste de köra CATIA. Men då har i flera fall leverantören i sin tur tagit kontakt med de före detta traditionella konstruktionsfirmorna "på stan", för de kör CATIA och vet hur Gamma vill ha det, 'på Gamma-vis'. Det har inneburit, att dessa konstruktionsfirmor har tjänat en massa pengar. Istället för att Gamma direkt har betalt en mindre summa till leverantören har dessa vänt sig till konstruktionsfirmorna och betalt för 'översättnings tjänsten'." (Ansvarig för IT i externa relationer på Gamma)

I och med införandet av CAD/EDI öppnades en möjlighet till snabbare kommunikationen mellan parterna. Då blev de tekniska val som gjordes i respektive organisations produktutvecklingenhet, vad gäller till exempel Cad-system och kommunikationsprotokoll, transparenta på ett mycket tydligare sätt än tidigare. Gamma formulerade därför tydliga krav på att komponent- och materialleverantörerna skulle använda samma CAD-system som företaget självt såg som standard i branschen (CATIA). Annars försvårades kommunikationen av en mängd extraarbete vid mottagandet av dokument. Dessa krav hörsammades emellertid inte alltid.

"A: Det är väldigt mycket CATIA i Cad-världen idag. Och kan leverantörerna inte CATIA så försöker de hitta på sätt att göra det rationellt i alla fall. Ibland bra och ibland sämre metoder.

Där accepterar ni deras lösningar helt enkelt, de säger att vi kör ett visst system och sen får ni anpassa er?

B: Ja eller så hyr dom in den [CATIA-] tjänsten. Det finns många lösningar på det problemet, men det blir inte lika effektivt. Det bästa för oss är att dom kör CATIA.

A: Vi har ju kvar arbetssätt här för att klara alla varianter. Vi klitrar på papper på papper. Det är en stor del av vårt arbete. Vi kör hela skalan från CADENG till helt manuellt. (A och

⁴³ En investering i uppkoppling mot Gamma belöpte sig enbart till 40-100.000 kronor i 'tekniska utgifter'. Därtill kom utbildningskostnader och operativa nackdelar med att ha flera olika system parallellt - det gällde till exempel amerikanska leverantörer, som inte använde samma standard.

B, IT-stöd i produktutvecklingen på Gamma)

För en viss kategori externa parter, Konsulterna, verkade både investeringsviljan och ambitionen att relativt tidigt adoptera det nya informationssystemet vara viktiga förklaringsfaktorer till deras starka position i Gammas externa kommunikationsnätverk. Gammas krav på ny informationsteknik gav Konsulterna en ny marknad. Översättning kom att bli en ny affärsmöjlighet tidigt i förändringsprocessen på Gamma för de konsultfirmor som tillhandahöll den typen av tjänster:

"CAD är ju ett väldigt viktigt hjälpmedel för hela konstruktionsprocessen. Sen har du då olika interface för att komma vidare till modell- och prototypstillverkning. Där har vi ett segment där vi har blivit ledande, för att tala Gamma och underleverantörer, för vi hade CATIA och underleverantören insåg att han inte skulle bygga upp det utan det var bättre att köpa in det av oss. Där har vi gjort ett interface och får in ett underlag på neutralformat och konverterade om det till den standard som Gamma eller slutkunden kräver, och skickar det vidare. Det är ju en variant." (Affärsutvecklingsansvarig på konsultbyrå)

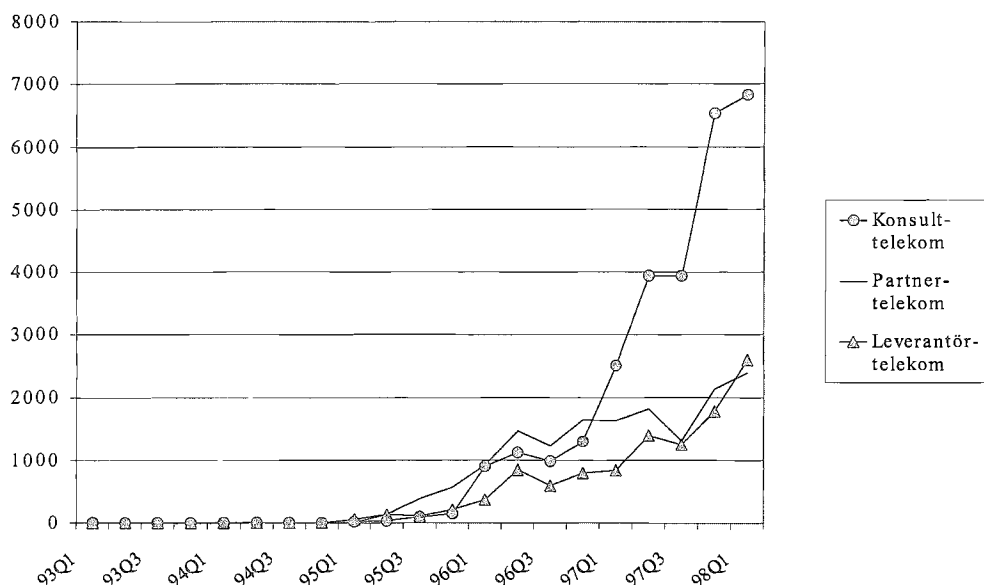
Genom att översätta underlag till 'Gammaspråk' (CAD-EDI enligt Gamma-standard) utförde således konsultfirman en nödvändig aktivitet som tidigare gjorts antingen av leverantören eller internt på Gamma. Gamma krävde, som nyss nämnts, att all kommunikation till företaget skulle vara på ett av dem givet format. Den strategiska lösningen blev att ställa krav på anpassningen hos de externa aktörerna. Den praktiska lösningen var ofta, att de externa aktörerna anlidade tredjepartsleverantörer för översättningstjänsten. Det var därför som Konsulterna, vilka hade erfarenhet av att arbeta med konstruktionstjänster tillsammans med Gamma och redan hade investerat i specifika system för att möta företagets krav, fick en ny potentiell marknad. Detta krävde ofta inte heller några extra investeringar hos konsultfirmorna, eftersom de, i kraft av uppdrag hos andra än Gamma, i många fall redan hade investerat i och upprätthöll kunskap om en mängd olika standardsystem för konstruktionsuppdrag.

"Leverantören har fått hjälp att skicka modellerna över från Amerika via modem till [Konsultfirmans namn] och sedan har vi läst in det och skickat ut det till Gamma. Samtidigt har vi då kunnat göra en granskning utav underlaget, både ritningar och NUFO, och sett, att de uppfyller de generella kraven, som Gamma ställer på ritningar, och kunnat ge en feed-back och förenkla egentligen för bägge parter på det sättet."

"När Gamma har flyttat ansvarsgränserna så har Gamma också städat i rabatterna när det gäller gränssnitten och samverkan och hur det skall fungera. Och då har det öppnat en marknad för oss, att ha en brokig rabatt på utsidan, att ha tusen blommor så att säga, och kunna överföra dessa till Gamma." (IT-ansvarig på ett konsultföretag)

De olika standardsystemen och kunskapen om Gammas arbetssätt kopplades ihop till en integrerad översättningstjänst.

Även kvantitativa data visar, att Konsulternas tidiga användning av de nya informationssystemen bidrog till deras dominans i kommunikationen i produktutvecklingsnätverket. En översikt över enbart CAD/EDI-kommunikationen dokumenterar den tydliga ökningen i Konsulternas betydelse i det nya mediet.



Figur 17. Kommunikationen uppdelad på olika aktörer i produktutvecklingen (enbart CAD/EDI-kommunikation)

I och med att Gamma införde CAD/EDI för kommunikation med externa parter inträdde alltså en betydande ökning av antalet meddelanden som gick till kategorin Konsulter. Konsulterna var inte 'innovators' i meningen att de kom att dominera CAD/EDI-kommunikationen direkt vid införandet. De var snarare 'early adopters' och deras kommunikation ökade snabbare än övriga kategoriers.

Kommunikationsintensiva och betydelsefulla leverantörer

Studien har hittills koncentrerats enbart på de relationer som var mest kommunikationsintensiva. Ytterligare insikt om aktörsstrukturen kan erhållas genom jämförelse mellan den struktur som speglas av kommunikationsflödena och den som definieras på andra, mer traditionella sätt. Leverantörsnätverket studeras vanligtvis utifrån olika aktörers andel av produktionskostnaden eller produktens tekniska sammansättning⁴⁴.

Bedömningen av externa aktörers signifikans på Gamma baserades vanligtvis på summan av inköpt material från dessa. En bärande tanke i den nya produktutvecklingslogiken var, att Gamma skulle ge färre aktörer allt större uppdrag. De skulle bli systemleverantörer, dvs svara för en större värdemässig andel av produkten. De som inte klassades som systemleverantörer skulle istället för att

⁴⁴ Se inledningskapitlet och metoddiskussionen.

leverera direkt till Gamma bli underleverantörer och leverera till någon av systemleverantörerna. Antalet leverantörer till det nya projektet (HX) blev följaktligen lägre än till tidigare jämförbara projekt (HA och HB). Det skedde en minskning från 375 till 175 leverantörer som levererade komponenter direkt till monteringen av produkten. Antalet leverantörer som Gamma kommunicerade med ökade däremot från 258 år 1994 till 446 år 1997⁴⁵. Detta indikerar att andra leverantörer tillkom under perioden, leverantörer som kommunicerade CAD-information men ej levererade material till produkten.

Värdemässigt bidrag till den fysiska produkten var utgångspunkten för den leverantörsundersökning, som företogs inför starten av HX år 1995. Då utvärderades CAE-förmåga⁴⁶ hos de Partners och Leverantörer Gamma skulle samarbeta med. Urvalet baserades på hur stor del av materialkostnaden (inköpssumman), som leverantörerna bidrog med. Vid en jämförelse med de mest kommunikationsintensiva externa parterna 1997, framgår att det var en stor del av dessa som kommunicerade med Gamma men som inte var viktiga materialleverantörer (se Tabell 16).

Tabell 16. Kommunikationsintensiva versus signifikanta leverantörer

Totalt antal leverantörer 1997 ⁴⁷	Gammaurval av mest signifikanta leverantörer baserat på andel av inköpssumma	Mest kommunikationsintensiva 1997	Andel mest kommunikationsintensiva 1997 som också var mest signifikanta ⁴⁸
446	153	110	33/110=30%

Som framgår av tabellen (Tabell 16) ingick endast 30 procent av de mest kommunikationsintensiva också i det urval Gamma gjorde utgående från signifikans i förhållande till inköpssumma. Urvalet gjordes i syfte att utvärdera externa relationers effektivitet med avseende på CAE-förmåga, dvs externa aktörers potentiella förmåga att samarbeta med Gammas produktutvecklingsavdelning med hjälp av informationssystem. Det fanns ett implicit antagande från Gamma, nämligen att det var med de signifikanta leverantörerna man skulle kommunicera och att dessa

⁴⁵ Se 'Tabell 12. Antalet aktiva leverantörer i kommunikationsdatabasen', på sidan 87

⁴⁶ CAE – computer aided engineering – innefattade i detta fall till dominerande del CAD-förmåga hos de olika leverantörerna. Utvärderingen kan kortfattat beskrivas som en undersökning av de tilltänkta leverantörernas tekniska och organisatoriska IT-förmåga samt deras förståelse för fokalföretagets processer och arbetssätt i IT-relaterad produktutveckling. Utvärderingen startade hösten 1994 och avslutades våren 1996.

⁴⁷ Enligt uppgifter i kommunikationsdatabasen

⁴⁸ Algoritmen för denna beräkning är alltså: Det antal av de 110 mest kommunikationsintensiva parterna som finns representerade i Gammas lista över de mest signifikanta delat med 110.

leverantörers förmåga att hantera CAD-EDI påverkade effektiviteten i produktutvecklingen. Att överensställmelsen mellan de signifikanta aktörerna och de som var mest kommunikationsintensiva är relativt dåligt är intressant, med tanke på att de senare torde ha haft störst påverkan på effektiviteten i kommunikationen. Därför synes det vara rimligt att hävda, att de senare också borde ha utvärderats vad gäller CAE-kompetens, om syftet var att nå hög effektivitet i produktutvecklingssamarbetet⁴⁹.

4.3.2 Individer i Systemgrupperna som kommunicerade med externa parter

I Systemgrupperna samlokaliserades olika individer, för att öka hastigheten i problemlösningen genom ökad spontan kommunikation mellan olika kompetensområden. Även externa parter involverades och inom vissa grupper var det externa aktörsinslaget så markant att företrädarna för Gamma utgjorde en minoritet:

”Här sitter vi i ett team med inköpare, inköpstekniker, beredare, konstruktörer och uppdragsledare. Det finns Gamma-konstruktörer i teamet också.” (Systemutvecklingsansvarig på Gamma)

Tanken var att leverantörerna skulle vara placerade på Gamma i ett inledningsskede - tills alla övergripande koordineringsfrågor var lösta - och därefter återvända till sina hemmakontor för att utföra konstruktionen under de givna ’geometriytorna’. Hemarbetet skulle utföras inom det geometriska utrymme leverantören fått till sitt förfogande av den geometriområdesansvarige på Gamma. När väl leverantören var på hemmakontoret skulle den nödvändiga kommunikation ske med hjälp av interorganisatoriska informationssystem.

”Vi kör stenhårt med att leverantören kommer hit i tidiga skeden och sitter med i teamen. ... Sen är ju tanken att leverantören sitter på Gamma i konceptfasen, och skall därefter åka tillbaka till sig för att göra utvecklingsarbetet. Praktiskt går det till så att leverantören får ett visst utrymme till sitt förfogande för till exempel delsystem A i 3D-modellen. Sedan hur de detaljutformar sitt delsystem är mindre viktigt, så länge de håller sig till specifikationerna. Efter specifikationerna är överenskomna så åker han hem till sitt företag och detaljkonstruerar delsystem A.” (Ansvarig för IT-utveckling i produktutveckling på Gamma)

Olika leverantörer valde olika strategier för att medverka i arbetet med Systemgrupperna. Vissa grupperade personal på Gamma i en grupp som innehöll projektledaren från det egna företaget och all konstruktions- och CAD-personal, dvs de som utförde ritarbete. Andra föredrog att inte ha en samlad grupp placerad på Gamma utan enbart CAD-personal. Projektledaren arbetade i sådana fall istället från hemma-

⁴⁹ Man kan här diskutera om jämförelsebasen år 1997 är adekvat då urvalet från Gammas sida gjordes någon gång under 1995. Jag vill hävda, att den är det, främst av två anledningar: (1) de mest signifikanta aktörerna var i alla väsentligheter desamma 1997 som de var 1995 eftersom de valdes för hela HX-projektet, vilket varade till 1998 i sin första fas, samt (2) de mest kommunikationsintensiva var nästan lika dominerande 1995 (64%) i termer av kommunikationsflöde som de var 1997 (71%). Därför skulle en jämförelse för år 1995 av allt att döma gett liknande resultat.

kontoret men deltog i de beredningsmöten som genomfördes med en till två veckors mellanrum.

En ny, förstärkt intern avsändargrupp på Gamma: GOA

Bland de Gamma-anställda hade de geometriområdesansvarigas (GOAs) roll stärkts. Bland annat var detta en följd av att målbilden i produktutvecklingen delvis förändrats när produkten började byggas utifrån och in istället för inifrån och ut. Produktens geometriska strukturer sågs nu som den dimension vilka andra komponenter 'hängdes på' i utvecklingsarbetet. När väl geometrierna bestämts fick de därför inte ändras utan starka skäl och helt naturligt fick GOA en central roll vid alla förslag till förändringar.

Att se till att de geometriutor vidmakthölls vilka designenheten bestämt som förutsättningar för konstruktionsuppdraget, benämndes geometrisäkring. Denna blev alltmer central i och med att den nya uppdelningen av organisationen efter produktens geometri. Geometriområdesansvariga fanns representerade i alla Systemgrupperna och de bildade snart en egen kompetensgrupp och formade inbördes en formell GOA-organisation.

"Vi går över ett antal områden Därför har vi haft en ÖGA, en övergripande geometriområdesansvarig för hela den Speciella arbetsgruppen. Det kan vara väldigt många GOA-områden i ett område och då har man en som samlar ihop..."(Geometriområdesansvarig, GOA, på Gamma)

Den geometriområdesansvarige hade också stor kontroll, nästan att likna vid en vetorätt, över informationsflödet till externa parter.

"Det är ju ett ÄO [ändringsorder] så vi skall se till att GO:orna är vakna, det vill säga de geometriområdesansvariga, så att inte han stoppar kedjan." (Planeringsansvarig inom en Speciell arbetsgrupp på Gamma)

Eftersom de geometriområdesansvariga hade kontroll på vilka ändringar som gjorts inom angränsande geometriområden, var också deras godkännande nödvändigt för att en ändring skulle träda i kraft. GOA:n var ett viktigt 'nålsöga' att passera i länken till leverantörerna och hade via sitt veto full kontroll över vilken CAD-information Gamma släppte ut och in i kommunikationen med externa parter.

Det var också de geometriområdesansvariga som kommunicerade intensivt med externa parter eftersom de redan i de tidiga konceptfaserna ansvarade för packningsaktiviteten, dvs det arbetsmoment där produkten geometriskt planerades med hjälp av virtuella CAD-modeller. I och med att de därigenom blev en central aktör i kommunikationen med externa parter kom de också att använda och påverka användningen av det nya informationssystemet, CAD/EDI.

Gammaanställda versus konsulter som avsändare

En stor del av dem som arbetade med produktutveckling i Systemgrupperna var inhyrda konsulter; antingen arbetade de på uppdrag av Gamma eller representerade de någon leverantör. Uppskattningar av hur stor andel av den totala arbetsstyrkan i

produktutvecklingen som utgjordes av konsulter pekade på tal från 30 procent ända upp till 80 procent beroende på arbetsuppgift och funktion. Eftersom individer som arbetade i produktutvecklingen rapporterade antingen till en extern organisation eller internt till Gamma, fanns ingen övergripande kontroll av exakt vem som utförde visst arbete åt en Systemgrupp vid en given tidpunkt. Genom att också externa aktörer engagerades vid behov, då specifika frågor uppstod, fluktuerade också personalsituationen. Kategorin konsulter utgjorde till följd av nämnda omständigheter en betydande andel av dem som arbetade i produktutvecklingen på Gamma i slutet av 1997 och i början av 1998.

"Det är vi som gör själva konstruktionen, men det är konsulterna som ritar...vi är för närvarande två konsulter, men som mest var de 16...på fyra konstruktionsansvariga [Gamma-anställda]" (Konstruktionsansvarig för del av HX på Gamma)

"Man har ju konsulter till allting. Det är ju konsulter som sitter här och gör uppdrag. De här konsultfirmorna är inblandade över allt i branschen, till höger och vänster och åt olika sidor olika gånger" (Konstruktör på HX, Gamma)

"Jag gissar att det finns 700-800 konsulter av totalt 2 000 här [på Gamma]." (Konsult åt Gamma)

Den konstruktionsansvarige från Gamma formerade ett kärnteam för att planera och leda utvecklingsarbetet. I detta arbete, som utfördes av Gamma, inrymdes ibland också konstruktionsarbetet, trots att strategin pekade mot att detta skulle utföras av den som levererade komponenten. Ritarbetet gjordes i normala fall av externa parter, dock i regel inte av Leverantörer eller Partners, utan av en tredje part, Konsulterna. Ett typiskt konstruktionsuppdrag bemannades med Konsulter i takt med att arbetsbördan ökade:

"I normala fall så tar vi konsulter för att göra jobbet. De är bra på det här med Catia-ritning. Om man ritar en kurva [bemanningskurva över tiden] så här så i första skedet så går jobbet [arbetsbördan] upp och vi tar in konsulterna eftersom. Sedan ligger man på en rätt så stadig nivå tills man börjar närma sig produktion. Då går kurvan ner." (Konstruktionsansvarig på Gamma)

Interna aktörer i kommunikation med externa parter – detaljnivå

Eftersom konsulterna bemannade en så stor del av Gammas produktutveckling, kan de ha haft inverkan på införandet av de nya informationssystemen. De kan också själva ha påverkats av användandet av dessa.

För att kunna analysera kommunikationsbeteende på tillräcklig detaljnivå gjorde jag ett strategiskt urval där produktutvecklingskommunikationen (överföringen av CAD-filer) i relationerna till tio externa parter studerades. För att i rimlig omfattning täcka in alla identifierade leverantörskategorier valde jag bland de 110 mest kommunikationsintensiva under året 1997, fem stycken 'Konsulter' och fem stycken 'övriga leverantörer', av vilka två stycken var av typen 'Partners' och resten 'Leverantörer'. De externa aktörernas signifikans för Gamma-anställda var en aspekt som beaktades vid urvalet. Bland gruppen konsulter valdes några av de stora firmorna, som berörts vid intervjuer på Gamma, men också två mindre firmor, som ej

diskuterats i dessa. Likaså valdes tre i intervjuerna diskuterade Leverantörer och Partners, medan två icke omtalade också lades till gruppen om tio. Antalet meddelanden var en annan dimension, som beaktades vid urvalet. Inom den totala populationen varierade antalet meddelande per tidsenhet stort. I urvalet av de tio försökte jag återge denna variation. Därför valdes både mer och mindre kommunikationsintensiva aktörer för kategorierna Konsulter och Leverantörer-/Partners. Databasen innehöll sålunda ett 'approximativt representativt' urval av de 110 mest kommunikationsintensiva externa aktörerna⁵⁰.

För de tio utvalda relationerna loggades alla CADENG-meddelanden⁵¹ under en period i början (kvartal 1/95) och en period i slutet (kvartal 1/98) av den studerade perioden. Datamängden, som samlades in på detta vis, används nedan i ett försök att skapa förståelse för vilka aktörer i Systemgrupperna som kommunicerade mer eller mindre med externa parter, när ett nytt informationssystem infördes i relationerna med dessa.

Konsulterna ökade i antal i det nya arbetssättet med Systemgrupper och tog därmed över en större andel av det interna arbetet på Gamma. Frågan blir därför om dessa konsulter ökade sitt inflytande också i kommunikationen med externa parter? Svaret på denna fråga kan erhållas, om man grupperar avsändarna av CAD-meddelanden till de tio utvalda relationerna i två grupper, Konsulter och Övriga. I allt väsentligt utgjordes gruppen Övriga av Gamma-anställda. Meddelanden som skickades till de tio utvalda externa parterna sammanfattas i följande tabell (Tabell 17), där andelen avsända meddelande av konsulter i arbetsgruppen särstuderar för de båda kvartalen 1/95 och 1/98.

⁵⁰ Brister i generaliserbarhet till hela leverantörspopulationen minskar i betydelse eftersom jämförelse över tiden görs i ett och samma urval. Slutsatserna kring förändringarna gäller strikt endast för detta urval men bör med försiktighet kunna generaliseras till att gälla hela leverantörspopulationen.

⁵¹ Ett CADENG-meddelande kan innehålla ett eller flera CAD-meddelanden. Vanligtvis är relationen ungefär 1:3. Måttet är likvärdigt med det som gällt den tidigare analysen av kommunikationen med externa parter men motsvarar den alltså inte i förhållande 1:1. Mätförändringen företogs av praktiska (tekniska) skäl.

Tabell 17. Avsända CADENG-meddelande till externa parter, alla kategorier

	Q1/95	Q1/98
Antal CADENG (CAD)-meddelanden totalt:	242	909
Antal CADENG (CAD)-meddelanden med konsulter som avsändare:	41	552
Andel meddelanden med konsulter som avsändare:	17%	61%
Avsändargruppens storlek i antal personer:	45	131
Andel konsulter i avsändargruppen:	22%	51%

Konsulterna som avsändargrupp ökade kraftigt mellan första kvartalet 1995 och första kvartalet 1998 och meddelanden från dem kom att dominera i den totala stocken. Konsulterna fick denna övervikt främst genom att de ökade i antal, ej därför att de blev kommunikationsintensivare. Det första kvartalet 1998 sände sålunda varje konsult i genomsnitt 4,2 CADENG-meddelanden per kvartal, medan motsvarande antal för första kvartalet 1995 var 4,1.

Ytterligare förståelse för hur Konsulterna agerade som avsändare i produktutvecklingsarbetet erhålls om man separerar analysen för de meddelanden som sändes av konsulter till externa parter i *mottagarkategorierna* Konsulter respektive Övriga externa parter. Detta görs nedan (Tabell 18).

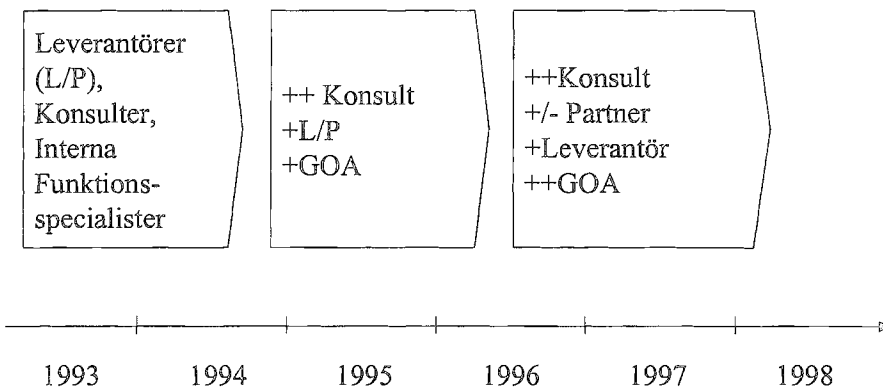
Tabell 18. Avsända meddelande av Konsulter till kategorierna externa Konsulter (K) resp. Övriga externa parter (Ö)

	Q1/95		Q1/98	
	K	Ö	K	Ö
Antal meddelanden:	124	118	570	339
Antal meddelanden med konsulter som avsändare:	13	28	419	133
Andel meddelanden med konsulter som avsändare:	10%	24%	74%	39%

Konsulterna ökade sin andel av de externa meddelandena till gruppen Övriga leverantörer från 24 procent till 39 procent från år 1995 till 1998. Dock var motsvarande ökning till kategorin Konsulter avsevärt mycket större, från 10 procent till 74 procent. Eftersom Konsulterna såsom interna medlemmar i arbetsgrupperna blev dominerande vad gäller antalet avsända meddelande till den externa kategorin Konsulter, kom de att strukturera det externa nätverket till förmån för sig själva. Konsulter skickade meddelanden till den egna kategorin (externa Konsulter) och ökade därmed andelen arbete som utfördes av denna kategori aktörer. Förhållandet blev markant parallellt med att det nya informationssystemet infördes.

4.3.3 Sammanfattning av aktörsstrukturen

Konsulterna ökade sin betydelse i Gammas produktutvecklingsnätverk och blev centrala aktörer i det externa nätverket såväl som i det interna arbetet i Systemgrupperna. I Systemgrupperna framstod också en intern aktörskategori, de geometriområdesansvarige, som allt viktigare efterhand som kommunikationen med externa parter ökade med hjälp av det nya informationssystemet. De geometriområdesansvariga ökade i antal och organiserades i en formell struktur. Utvecklingen sammanfattas i nedanstående figur (Figur 18):



Figur 18. Aktörsstrukturens utveckling i produktutvecklingsnätverket

Den roll Konsulterna spelade som gränsöverskridande aktörer under den andra fasen i utvecklingen var en följd av att de i den första fasen spelat en betydande roll i produktutvecklingen och lärt sig att göra arbete 'på Gamma-vis'. I den tredje fasen fortsatte förstärkningen av Konsulternas roll, eftersom de då var villiga att snabbt ta till sig den nya teknologin och kunde agera som översättare av information mellan Gamma och andra externa parter. De Geometriområdesansvarigas position förstärktes i och med tillkomsten av de geometriska gränssnitten som bas för organisationsutformningen. Den geometriska basen blev allt viktigare som språk för problemlösning på daglig basis när kommunikationsintensiteten ökade och de nya informationssystemen infördes i relationerna. Detta gjorde, att även GOA förstärkte sin position i den tredje fasen.

4.4 Aktivitetsstruktur

Den sista förändringsdimensionen som studeras är, aktivitetsstrukturen. Frågan är här, om det skedde någon förändring i Gammas produktutvecklingsarbete vad avser hanteringen av interorganisatoriska aktiviteter. Först behandlas (a) hur arbetsuppgifterna fördelades i det interorganisatoriska produktutvecklingsnätverket och därefter undersöks (b) hur innehållet förändrades i de aktiviteter som utfördes

tillsammans med externa parter i Systemgrupperna. Slutligen sammanfattas förändringen i aktivitetsstrukturen och undersökningsresultaten jämförs med de övriga studerade dimensionerna kommunikation och aktörer.

4.4.1 Fördelningen av arbete mellan olika aktörer

De konkreta arbetsuppgifterna (funktionsdefinition, konstruktion, ritning och testning/provning) i aktiviteten Utveckling formar en utgångspunkt i diskussionen om aktivitetsstrukturen i nätverket men om man skall förstå förändringen måste man även ta hänsyn till aktiviteterna Design och Tillverkning, vilka utfördes före respektive efter Utveckling.

Den traditionella arbetsfördelningen i Gammas produktutvecklingsnätverk hade varit, att företaget specificerade i detalj, hur varje delkomponent i projekten skulle se ut. Därefter skickades dessa specifikationer till leverantörer, som enbart hade rollen som tillverkare, för prisförhandling och diskussion om leveranstider och volymer. Man kan säga, att i kedjan Design-Utveckling-Tillverkning, utförde Gamma de två första aktiviteterna, och ibland också den tredje, helt i egen regi.

1995-96 ändrades Gammas målbild för leverantörssamarbetet. I den nya produktutvecklingslogiken skulle företaget låta leverantörerna som utförde Tillverkning också ta ansvar för Utveckling av komponenterna.

“Allting bygger på att vi vill att leverantörerna, skall utveckla allt utanför. Vi lägger ut alltmer av utvecklingsarbetet hos leverantörerna för att ta tillvara deras kompetens.” (Ansvarig för extern kommunikation i PU på Gamma)

Gamma skulle agera arbetsledare, medan leverantörerna skulle utveckla detaljer, som de sedan själva skulle tillverka. Detta innebar bland annat att kunskap om leverantörens specifika tillverkningsförutsättningar kunde tas hänsyn till redan i det tidiga konstruktionsarbetet. Därmed menade Gamma, skulle kvaliteten kunna höjas och komponentkostnaderna minska. Dessutom behövde man inte låsa sig till existerande 'Gamma-lösningar' för hur produkten skulle utformas, utan man fick för varje komponent tillgång till aktuell expertkompetens. Gamma specificerade enbart funktion och tillgängligt geometriskt utrymme. Därefter fick leverantören själv konstruera funktionen och ta fram ritningsunderlag för tillverkning.

Planerna på att involvera leverantörerna mer aktivt i produktutvecklingsarbetet genom att införa krav på att de skulle delta i Systemgrupperna slog igenom i slutet av HX-projektet då man i Systemgrupperna hade externaliserat en stor del konstruktionsarbetet.

“Konstruktion utförs till större delen av leverantören. Sedan kanske uppdragsledaren kommer med synpunkter och så där men han sitter inte framför en Catia-skärm och ritlar utan det gör leverantören” (Systemutvecklingsansvarig på Gamma)

Genom att införa den nya aktivitetsstrukturen, med parallellisering och sammanlänkande av kompetenser från olika aktörer, strävade man efter att också höja beslutsfrekvensen.

CAD/EDI som bas för aktivitetsstrukturen

Den nya produktutvecklingslogiken med en annorlunda arbetsfördelning över organisationsgränserna i nätverket baserades på kommunikation av CAD-filer.

"Leverantörerna sitter här och utvecklar med oss och har kontakt med vår dator och sin hemdator. Och så åker de hem ibland och har kontakt med vår dator via telenätet. Då handlar det om att gå ifrån att skicka taper som vi gjorde tidigare – det tar en vecka till Spanien – till minuter. Då använder vi oss av CAD/EDI" (Ansvarig för partnerutveckling, Gamma)

Med ytgeometrier som bas konstruerade och ritade externa parter den underliggande strukturen för att detaljen skulle erhålla rätt funktion och kunna gå att tillverka kostnadseffektivt.

"De [leverantörerna] får ju en NUFO-modell [CAD-modell] av oss som är basen då, som är designerns modell. Och de designytorna får de inte gå in och ändra på. Sen gör de konstruktionen av allt på baksidan, allt ingående, hur man förbinder det och hur man löser den biten." (Inköpare på Gamma)

"Det är de själva [leverantörerna] som tar fram ritningarna. De får ett NUFO-underlag, en stylingmodell över ytorna. NUFO-ytor blir bas för deras konstruktion." (Konstruktör på Gamma)

Uppkoppling via telekommunikation mellan de interagerande parterna var en förutsättning för att samarbetet skulle fungera. Men det fanns behov för ytterligare integration av datamängderna:

"Att vi har en [EDI-] uppkoppling är absolut en förutsättning. Det är så otroligt mycket information som går hela tiden. Och vi ser ju att det skulle kunna förbättras ytterligare, att de jobbade direkt mot vår dator. Nu är det så att ritningarna lagras på två ställen, och de jobbar mot sitt ritningsarkiv och vi mot vårt" (Systemutvecklingsansvarig på Gamma)

Gamma kunde inte utan problem koppla det arbete externa parter gjorde på sina respektive detaljer via det nya informationssystemet direkt till Gammas centrala konstruktionsdatabas. Man separerade därför arbetet mellan de båda aktörerna så, att förutsättningar gavs av Gamma, medan arbete utifrån dessa förutsättningar som grund utfördes av leverantören. Telekommunikationslänkens roll var, att Gamma genom den kunde styra och leda arbetet hos andra organisationer och successivt uppdatera förutsättningarna för detta. Informationssystemet gav möjlighet till ett slags vertikal kontroll utan att Gamma hade insyn i de externa aktörernas arbetsprocess.

Det gavs heller ingen möjlighet för någon extern organisation att via telelänk direkt komma in och manipulera Gammas centrala konstruktionsdatabas⁵². Här behöll Gamma kontrollen över informationen och portionerade ut lämpliga segment till externa parter vid behov. I detta avseende hade inte logiken för arbetsfördelningen

⁵² Under en kortare tid, innan CADENG-standarden infördes för överföring av CAD-kommunikation 1995, hade en stor konsultorganisation haft en direktlinje in till Gamma. Denna avskaffades, när den nya standarden infördes.

förändrats på något avgörande sätt när det nya informationssystemet infördes. En delförklaring till att leverantörerna inte arbetade direkt mot Gammas databas var, att tekniken inte vid denna tidpunkt klarade av den belastning det skulle ha inneburit på systemet – det var ofta stora datormodeller, som skickades mellan parterna, och den bandbredd som skulle ha krävts för att genomföra en kontinuerlig uppdatering var vid tidpunkten för projekt HX inte ekonomiskt försvarbar.

Huvudförklaringen till att man separerade arbetet mellan Gamma och leverantören trots delvis nya tekniska möjligheter, var, att man inom Gamma kände ett behov av att kontrollera relationen till sin omgivning. När det såsom här, gällde kommunikation över organisationsgränser, kände Gamma behov av att kontrollera det arbete som avtalats mellan de båda parterna eftersom det ytterst rörde sig om ekonomiska transaktioner med ibland betydande summor inblandade. Uppdelningen av aktiviteter med formella avlämningar och 'släpp' i Gammas databas, tillsammans med den kontrollerade formen av kommunikation via ett centralarkiv på Gamma, tillgodosåg detta behov.

Geometri som interorganisatorisk kitt

Uppdelningen av produkten i fristående geometrier och omstruktureringen av utvecklingsorganisation i enlighet med dessa geometriska snitt minskade beroendet mellan de olika utvecklingsteamerna i projekt HX och därför också kommunikationsbehovet. Telekommunikationskoppling mellan parterna upplevdes därför inte lika nödvändig i de fall där systemen, som levererades, var fristående från varandra. Systemleverantörer med fristående delsystem kom istället med jämna mellanrum till Gamma för att uppdatera sig om huruvida det skett förändringar i förändringarna och i så vilka.. Ett belysande exempel var en elmotor som skulle inplaceras mellan två plåtsidor.

"De känner att de kan göra precis lika mycket på hemmaplan. De har fått våra förutsättningar. Det har fått både en ytterplåt och innerplåt, i stort sett.... Nu kan leverantören justera och greja så mycket han vill, eftersom han vet precis var hans gränser går. Det är så det fungerar när man har en systemleverantör." (Geometriområdesansvarig på Gamma)

I detta fall fanns alltså ingen telekommunikationskoppling, trots att man ansåg sig ha en nära relation med just den specifika leverantören och trots att denne hade ingått i den grupp av externa leverantörer som utvärderades med avseende på CAE-kompetens inför projekt HX.

CAD/EDI ger geometri och vice versa

Integrering skedde i form av 'geometrisäkring', vilket innebar att man 'packade' de olika CAD-filerna tillsammans virtuellt i en enhet för att kunna kontrollera, att ursprungsmodellerna vidmakthölls. Denna aktivitet blev allt viktigare på Gamma eftersom det var så, man tidigt och fortlöpande kontrollerade det löpande arbetet tillsammans med leverantörerna. Funktionstester gjordes först när prototypmaterialet

gick att tillverka. Därför blev geometri en naturlig styrdimension, som förstärktes när CAD/EDI ökade kommunikationshastigheten.

Den som i geometrisäkringsfrågor skötte de direkta samarbetet med leverantören var den geometriområdesansvarige på företaget. GOA:n gav helt enkelt leverantören de nya förutsättningarna för hur komponenten skulle placeras, vilket utrymme som fanns till förfogande och vilka passningsytor som måste följas. I vissa fall av relativt fristående delkomponenter, intog GOA en central position i kommunikationen med externa parter.

"Den här gången gick väldigt mycket genom GOA:n. För GOA:n och den här leverantören känner varandra ganska väl..... Han har lagt om motorn i stort sett här och föreslog, att om de lägger motorn så, då får vi plats med vår metall. Kan ni titta, när motorn ligger så?" (Geometriområdesansvarig på Gamma)

4.4.2 Arbetet i Systemgrupperna

Aktiviteterna i produktutvecklingen har tidigare övergripande benämnts Design, Systemutveckling och Detaljutveckling. I de interna arbetsgrupperna refererade respondenterna i första hand dock till de praktiska sysslor som ingick i alla problemlösningssyklar och som måste utföras för att färdigställa de övergripande aktiviteterna. Dessa praktiska sysslor var Funktionsdefinition, Konstruktion, Ritning (och Testning). Dessa delaktiviteter kallades också gemensamt för 'utvecklingsarbetet'. Nedan klarläggs hur de praktiska sysslorna fördelades på de olika aktörerna samt om nya aktiviteter tillkom och vem som i så fall utförde dessa.

Samtidigt som CAD-EDI infördes, ställdes nya krav på att vissa aktiviteter skulle utföras av externa parter istället för som tidigare av Gamma självt. Övergripande menade man på Gamma, att hela utvecklingsarbetet egentligen skulle utföras av leverantören medan företaget skulle ta övergripande ansvar för *Integrering* och övergripande utredningar. De anställda på Gamma förberedde utvecklingsarbetet som leverantörerna skulle göra genom utredningar, dvs utgallring av konstruktionsförslag och konsekvensanalyser.

"Framförallt är det arbetssättet som har förändrats för oss. Idag så outsourcar vi hela utvecklingsarbetet... ..Det vi gör här är att vi tar utredningsbitar i första skedet, gör egna snabba utredningar, gallrar ut, styr vidare till leverantören." (Systemutvecklingsansvarig på Gamma)

Det nämnda tyngdpunktskiftet i utvecklingsarbetet ledde till att Gamma tog mer övergripande ansvar för utvecklingen, medan externa leverantörer utförde detaljarbetet. På detta sätt förändrades aktivitetssuppdelningen i nätverket vilket medförde ett nytt sätt att arbeta med produktutveckling för de Gamma-anställda. Innehållet i de aktiviteter Gamma utförde försköts från de traditionella sysslorna, ritning och genomförande av test-cykler, och till uppdragsledning.

"Våra konstruktörer som jobbade med produktutveckling här tidigare har ju förändrats från ritare till uppdragsledare mycket mera. De skall ställa krav och värdera lösningar, det är deras jobb i fortsättningen, inte att hålla på med trial-and-error och producera ritningar." (Ansvarig för partnerutveckling, Gamma)

"I början så ritade vi mer än vad vi gör idag. Leverantörerna ritar egentligen allt. Det enda ritandet här, det görs av geometrifolket, som packar och ger förslag. De är egentligen de enda som gör några ritningar." (Systemutvecklingsansvarig på Gamma)

Trots att ritningsarbetet i stort sett flyttade ut från Gamma till externa parter utförde de geometriområdesansvariga fortfarande visst ritningsarbete. Detta var framför allt av övergripande karaktär med syfte att skapa fungerande systemlösningar och ge underlag för kontroll av att geometrierna mellan de olika komponentleverantörerna stämde överens.

"Vi ger KU:na förutsättningar för vad de har för något, som de kan bygga in, vilket område. Vi ger dem till exempel en volym så här ser det ut i det här området och du skall stoppa in den här detaljen, så du har det här området i stort sett att bygga på. ...Sen får de ju använda den volymen tillsammans med sina leverantörer." (Geometriområdesansvarig på Gamma)

Till stor del hade hela utvecklingsarbetet (konstruktion, ritning och testning) i slutet av den studerade perioden försvunnit från Gamma ut till externa leverantörer. Med det fanns de Systemgrupper som fortfarande gjorde en stor del av detta arbete internt:

"Utveckling, det överlåter vi hela tiden. Vi sätter upp ramarna för vad en komponent skall klara, och sen får de [leverantörerna] utveckla den. Innan HX konstruerade vi mycket mer. Men det gör vi inte längre. Inte på [avdelning] I. [Avdelning] K är en annan sak. De gör ju det stora ritnings- och konstruktionsjobbet här." (Systemutvecklingsansvarig på Gamma)

"Vi jobbar på så sätt inom k-teamet att det är vi som har hand om konstruktionen, det är vi som släpper underlaget. Det gör inte leverantören. ... Det finns de avdelningar [andra än k-teamet] som inte drar ett streck här. Man kan väl säga så här: att om du inte vet vad gör, så vet du inte vad du själv sysslar med." (Konstruktionsansvarig i k-teamet på Gamma)

Även inom en och samma grupp arbetades det på olika sätt med externa leverantörer. En och samma person (konstruktionsansvarig) kunde också ha skilda sätt att arbeta med projekt. Det valda arbetssättet berodde delvis på komponentens integreringsbehov.

"Jag tror, att det är för att L-systemet är så intimt integrerat med resten av produkten. Så i det fallet kommunicerar jag mer med andra [interna] team och i fallet T mer externt." (Konstruktionsansvarig på Gamma)

Frågan om de KU-ansvariga ansåg det lämpligt att lägga ut konstruktionen på en extern leverantör, bestämdes av hur många beröringspunkter denna konstruktion hade med andra system, dvs av hur väl ett delsystem kunde isoleras geometriskt. Antalet olika teknikområden, som ingick i ett geometriskt delområde var också en viktig faktor för avgörandet. Det var till exempel omöjligt för en viss arbetsgrupp att konstruera internt eftersom den i så fall skulle vara tvungen att ha egen kompetens inom områdena plast, aluminium, glas och elektronik. Däremot kunde en annan arbetsgrupp göra mycket mer arbete internt men den hade bara ett teknikområde att utveckla kompetens inom.

Det nya informationssystemet påverkade aktivitetsstrukturen. Dels gav det nya bättre förutsättningar för att förlägga aktiviteter hos leverantörerna – dessa kunde ju inte

ständigt vara fysiskt placerade på Gamma – dels förändrades innehållet i aktiviteterna. I Systemgrupperna var kommunikationen i fokus, vilket var en stor skillnad mot tidigare.

"Då gick brevduvorna här. Det fanns ju ingen kommunikation då i princip. Nu är det enorm fokus på det. Ta bara de två senaste åren, under den tiden har det skett en enorm utveckling. Förut fanns ju verktygen men vi kunde inte använda dem. Idag finns nästan ingenting utanför burkarna [informationssystemen, alternativt datorerna]."
"(Systemutvecklingsansvarig på Gamma)

Systemgruppsorganisationen byggde på att var och en skulle få tillgång till den för dem nödvändiga informationen så snabbt som möjligt och basen i kommunikationen var den geometriska modellen i elektroniskt format. Men CAD-modellen rätade inte ut alla frågetecken, eftersom alla problem inte kunde förutses och den exakta målbilden inte kunde bestämmas på förhand. Därför återstod många oklarheter när leverantörerna involverades och beslutet att betrakta ett lösningsförslag från leverantören som godkänt baserades därför på en förhandling och överenskommelse inom gruppen (där Gamma och leverantören ingick).

"Hur man stämmer av att deras lösning är Ok? Ja, vi får ju deras underlag [CAD-modeller] och vi diskuterar igenom det gemensamt...Det är nog en mer informell diskussion, man diskuterar fram hur det skall se ut utifrån det förslag man har" (Inköpare på Gamma)

Det fanns alltså inget som på förhand var bestämt som rätt eller fel för hur leverantören löste en viss funktion inom det givna geometriska utrymmet.

4.4.3 Summering

En del aktiviteter ändrade sitt innehåll under den studerade tiden. Det mest markanta var, att koordineringen av det dagliga problemlösningsarbetet i allt högre grad skedde via ett geometriskt gränssnitt. Tidigare hade man koordinerat arbetet med hjälp av olika typer av separat, funktionsspecifik kommunikation, till exempel mekanik, hydraulik, elektronik. Nu sammanfördes all extern kommunikation under ett geometriskt 'paraply'. Funktionsbaserad problemlösning inom ett område på produkten, kunde därför koordineras med funktionsbaserad problemlösning inom andra områden med hjälp av ett reducerat språk, geometrin. Betydelsen av detta språk accentuerades vid införandet av ny informationsteknologi, eftersom kommunikation nu skedde allt snabbare.

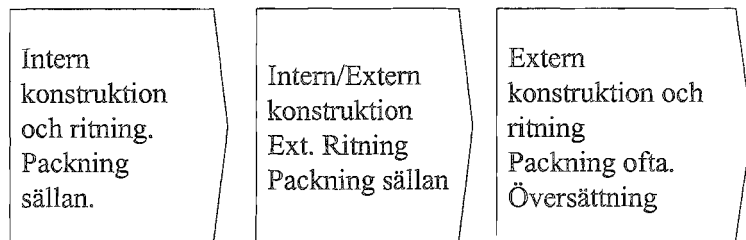
Andra aktiviteter flyttades ut utanför Gammas organisationsgränser. Det tidigare så centrala ritningsarbetet utfördes mot slutet av perioden nästan enbart av externa parter. Nästan ingen Gamma-anställd gjorde något egentligt CAD-bundet arbete. De som utförde ritningsarbete var företrädsvis tjänsteleverantörer, de sk. Konsulterna. Utflyttningen av ritningsarbetet skedde samtidigt som CAD-ritningar till viss del standardiserades som kommunikationsverktyg mellan parter i produktutvecklingsarbetet.

Behov av nya aktiviteter skapades också. I och med kravet på att alla externa aktörer skulle använda den nya informationsteknologin vid kommunikation med Gamma,

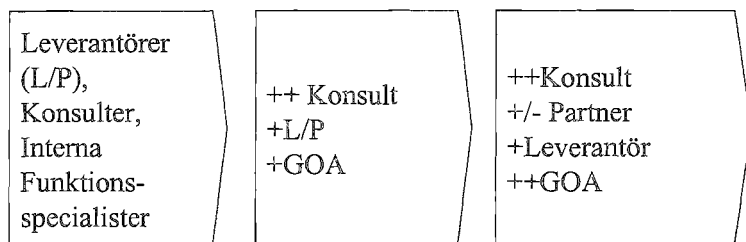
uppstod exempelvis behov av en översättningstjänst för de aktörer som av olika skäl inte kunde kommunicera med hjälp av CAD/EDI på ett effektivt sätt. Denna aktivitet hade inte behövts tidigare, eftersom översättning tidigare var något som klarades av efter hand, eller inte behövdes alls, när kommunikationsintensiteten var lägre. Denna nya aktivitet utfördes inte av Gamma utan av Konsulter som hade kunskap om både hur Gamma fungerade internt och om hur man översatte mellan olika CAD/EDI-format.

Aktivitetsstrukturens förändring kan jämföras med kommunikationsstrukturen och aktörsstrukturen över tiden på så sätt som framgår av nedanstående figur (Figur 19).

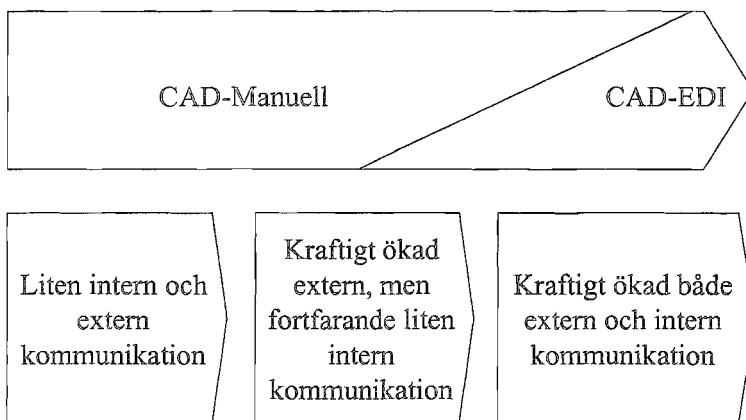
1. Aktivitetsstrukturen



2. Aktörsstrukturen



3. Kommunikationsstrukturen



Figur 19. Förändring av aktivitetsstrukturen i förhållande till kommunikations- och aktörsstrukturen

Förändring av den interorganisatoriska strukturen vid användning av nya informationssystem

Genomgången av det empiriska materialet visade på förändringar i den interorganisatoriska strukturen, såväl i kommunikations-, som aktörs- och aktivitetsstrukturen. Dessa förändringar analyseras nedan med syfte att förstå hur de relaterar till varandra.

I detta kapitel redovisas en mer ingående analys av de förändringar i den interorganisatoriska strukturen, i samband med införande av nya informationssystem, vilka presenterats i den tidigare empiriska genomgången. Detta görs i två steg, dels ett inledande där förändringar i varje enskild huvuddimension fokuseras, dels ett följande där en fördjupad analys görs för att utreda hur förändringarna relaterar till varandra. I analysen knyts mönster från empirin an till den teori som presenterades i det fristående teorikapitlet och till viss ytterligare teori, som tas in i efterhand som analysen utvecklas.

Det första steget baseras på den övergripande kommunikationsmodell för *integrerad problemlösning* som beskrevs inledningsvis. Resultatet av detta analyssteg är ett antal principiella slutsatser. I den fördjupade analysen i det andra steget utvecklas de principiella slutsatserna till sammanhållande mönster, varvid kompletterande kommunikationsteori används som tolkningsram. Teori som successivt tas in i denna del, är till största del knuten till den sk. Media-Richness skolan (Daft & Lengel 1984, Daft et al 1987) och dess vidareutveckling.

5.1 Förändring av kommunikationsstrukturen

De kommunikationsdimensioner som är viktiga för effektiv problemlösning i komplex produktutveckling angavs i det inledande teorikapitlet till kommunikationens Riktning, Frekvens, Timing och Rikedom (Richness), och där diskuterades också deras betydelse i kommunikationen mellan aktörer i olika faser av arbetet (Clark & Fujimoto 1991:211, Clark & Wheelwright 1993: 471).⁵³

Hur dessa dimensioner generellt kan karaktäriseras vid låg respektive hög grad av integrering i problemlösningen framgår av nedanstående tabell (Tabell 19).

⁵³Om en femte dimension läggs till, Timing av olika *aktiviteter* (parallellisering), erhålls en fullständig beskrivning av det som författarna benämner 'Integrated Problem Solving'.

Tabell 19. Kommunikationsdimensioner i komplex produktutveckling (efter Clark & Fujimoto 1991)

Kommunikationsdimension	Låg grad av integration i produktutveckling	Hög grad av integration i produktutveckling
Riktning på kommunikationen	Unilateral	Bilateral (feedback)
Kommunikationsfrekvens	Satsvis överföring	Kontinuerlig överföring (del för del)
Timing	Sent släpp av komplett underlag	Tidigt släpp av preliminärt underlag
Rikedom i kommunikationen	Dokument, datornätverk	Face-to-face (rik kommunikation)

Ovanstående dimensioner används i det följande för analys av hur införandet av CAD/EDI påverkade kommunikationsstrukturen i det interorganisatoriska produktutvecklingsarbetet på Gamma.

5.1.1 Riktning på kommunikationen

På Gamma skedde en övergång från manuell hantering av CAD-kommunikation till automatisk hantering via EDI. Denna övergång ägde rum gradvis och framgick av redovisningen i föregående kapitel. Antalet CAD/EDI-meddelanden 1998 utgjorde cirka 50 procent av totala antalet CAD-meddelanden, medan motsvarande tal i princip var 0 procent för introduktionsåret 1995. Efter 1996 motsvarade CAD/EDI hela den totala kommunikationsökningen i produktutvecklingsnätverket⁵⁴.

En förändring i kommunikationsstrukturen, som många respondenter upplevde i samband med denna övergång, var möjligheten till snabb feedback⁵⁵.

"I och med EDI kan vi nu direkt kommunicera CAD till CAD vilket reducerar ledtider i utvecklingen från veckor och dagar till minuter och timmar." (Ansvarig för partnerutvecklingen, Gamma)

"Ja, så kan de skicka med vanlig post eller liknande, men det bästa är om man kan skicka det telemässigt (CAD/EDI). Då kan man snabbt titta på grejorna och återkomma och skicka tillbaka, när man fått det." (Delteamledare på Gamma)

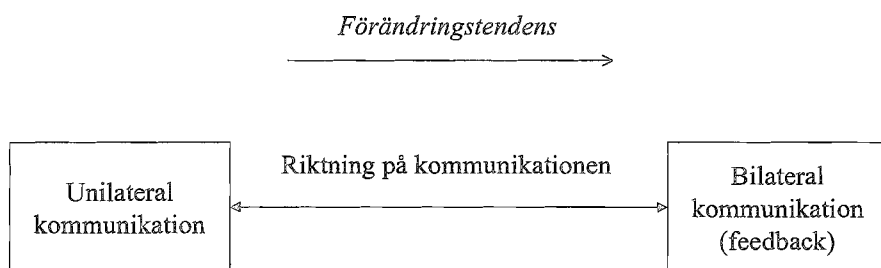
⁵⁴ Ökningen motsvarade till och med mer än 100 procent av den totala ökningen vid ett tillfälle då manuell CAD minskade.

⁵⁵ Nedan, och i hela analyskapitlet, anges citat som till största del hämtats från förra kapitlet. Anledningen till upprepningarna är att underlätta för läsaren att följa logiken i analysen.

CAD/EDI möjliggjorde en ändring från en sekventiell feedbackprocess till högre grad av samtidighet, sk. direkt feedback (Dennis & Kinney 1998), genom att minska den negativa betydelsen av tid och plats.

" Leverantörerna sitter här rent fysiskt eller via kabel så att de kan ta del av kommunikationsflödet." (Ansvarig för IT-stöd, Systemgrupperna, Gamma)

Därmed gavs ökad möjlighet till feedback från externa parter, vilket i sin tur medförde en förändring i kommunikationsmodellen vad gäller Riktningen; det blev i högre grad ett bilateralt i stället för ett unilateralt informationsflöde (se Figur 20).



Figur 20. Riktning på kommunikation med externa parter: förändringstendens i fallet Gamma

I och med användandet av det nya kommunikationsmediet CAD/EDI förbättrades möjligheten att effektivt utföra den avsedda arbetsuppgiften – problemlösning i komplex produktutveckling. Detta kan förklara, varför det generellt skedde en övergång till det nya kommunikationsmediet, när detta väl gjorts tillgängligt. Enligt Daft och Lengel (1984) finns det rationella skäl för aktörerna i en viss arbets-situation att övergå till det nya mediet, om det innebär ett mer effektivt sätt att kommunicera för den specifika arbetsuppgiften. De menar, att individer tenderar att bland tillgängliga alternativ välja det kommunikationsmedium som bäst lämpar sig för en specifik arbetsuppgift. CAD/EDI upplevdes av individerna på Gamma att åtminstone delvis uppfylla det kommunikationsbehov som uppstod i relationen med externa parter och användningen av kommunikationsmediet ökade således.

Den övergripande ömsesidigheten⁵⁶ i kommunikationsflödet förändrades inte vid införandet av det nya informationssystemet CAD/EDI; det var alltså inte fråga om mer feedback per CAD-meddelande utan snabbare feedback i en given kommunikationssituation – dvs. mer feedback per tidsenhet.

⁵⁶ Kommunikationens ömsesidighet benämns i empirikapitlet kommunikationsreciprocitet och är lika med förhållandet mellan exporterade och importerade meddelanden från och till Gamma.

5.1.2 Timing och kommunikationsfrekvens

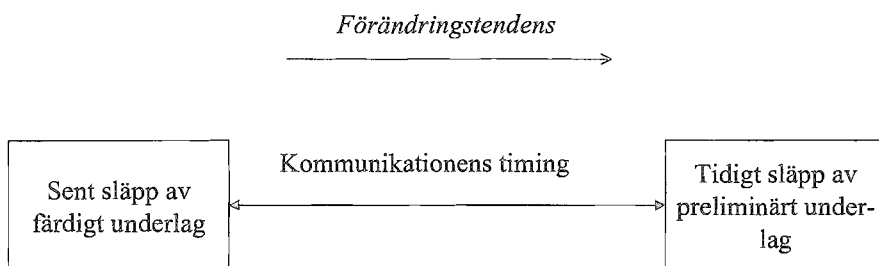
Under den studerade perioden ökade den totala CAD-kommunikationen i produktutvecklingsarbetet. Ökningen var inte till en början driven av införande av ny kommunikationsteknologi; först skedde ökningen i det gamla kommunikationsmediet, CAD via manuell postgång. Kommunikationsökningen utan hjälp av telekommunikation ägde rum under tiden 1994-95, då den totala CAD-kommunikationen gick från cirka 19500 till 47000 meddelande per år. Efter 1995 ökade dock endast sådan kommunikation där telekommunikation användes. Användningen av det traditionella kommunikationsmediet hade stabiliserats kring ett konstant värde och till och med minskat vissa perioder. Den totala CAD-kommunikationen mellan Gamma och dess produktutvecklingspartners ökade från cirka 47000 årliga meddelande 1995 till omkring 100000 per år 1998.

Den andra fasens (1995-1998) ökning av kommunikationen sammanföll med introduktionen av det nya informationssystemet. Ny informationsteknologi och särskilt CAD/EDI gör det enklare att automatiskt överföra stora mängder information i produktutvecklingsarbetet (Donohue 1996:132). Huber (1990:50) uttryckte hypotetiskt detta som att ny informationsteknologi medför lägre kommunikationskostnader för individerna i organisationen och att de därför kommer att använda det nya kommunikationsmediet oftare. De upplevda lägre kostnaderna för kommunikation på individnivå skulle kunna vara en möjlig förklaring till den ökade kommunikationsfrekvens som kunde konstateras på Gamma. Det är emellertid svårt att på grundval av denna studie verifiera Hubers hypotes. Det finns alltför många andra faktorer som också kan påverka kommunikationsfrekvensen. På Gamma ändrades till exempel produktstrategin och det innebar i sig ett ökat tempo i produktutvecklingen. Detta ökade tempo hade sannolikt positiv inverkan på kommunikationen med externa parter.

Den ökade kommunikationsfrekvensen tyder också på förändringar i kommunikationsmodellen för integrerad problemlösning. Tidigare hade Gamma många gånger väntat med att släppa underlag till externa parter, tills detta var färdigställt och komplett. Tanken var nu, att man skulle släppa information om förutsättningar för produktutvecklingsuppdragen mycket tidigare i processen. CAD/EDI möjliggjorde, att man redan i tidiga faser (design) kunde få igång en dialog med externa parter kring förutsättningar för deras uppdrag:

"Ja vi sprider den [CAD via EDI] snabbt till andra så att de kan starta och jobba parallellt med oss, och att vi snabbt kan få tillbaka [underlaget] när de har tittat på sina konstruktionslösningar" (IT-ansvarig på designavdelningen)

CAD/EDI gjorde det möjligt att flytta sig i kommunikationsmodellen mot tidigare släpp av underlag och diskussion om förutsättningar för produktutvecklingen med externa parter. Timingen förändrades (se Figur 21):

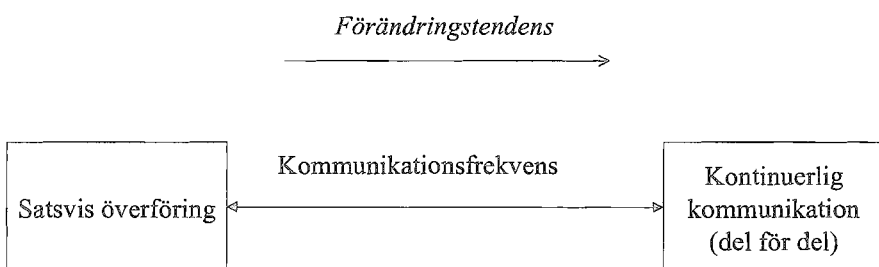


Figur 21. Timing i kommunikationen med externa parter: förändringstendens i fallet Gamma

CAD-kommunikationen till externa parter var inte längre på samma sätt som tidigare, hänvisad till bestämda tidpunkter (beredningsmötena) utan skedde så fort man hade någon fråga eller ny förutsättning.

"Så fort Design har något, så skickar vi iväg det (CAD-filerna). Det kan ske varje dag."
(Planeringsansvarig för en projektgrupp på Gamma)

I detta avseende medförde införandet av CAD/EDI att man övergick från satsvis till kontinuerlig överföring av information, dvs. man skickade iväg den information som fanns tillgänglig så fort som möjligt. I kommunikationsmodellens termer ökades därmed Frekvensen (se Figur 22).



Figur 22. Kommunikationsfrekvens med externa parter: förändringstendens i fallet Gamma

Nedan förs ett resonemang om hur intern och extern kommunikationsfrekvens berodde av varandra i fallet Gamma.

Relationen mellan CAD/EDI och intern/extern kommunikationsfrekvens

I Gammas fall var det införandet av Systemgrupperna, som till en början (åren 1994-95) påverkade kommunikationsfrekvensen positivt. Närhet mellan olika funktionella specialister förenklade kommunikationen.

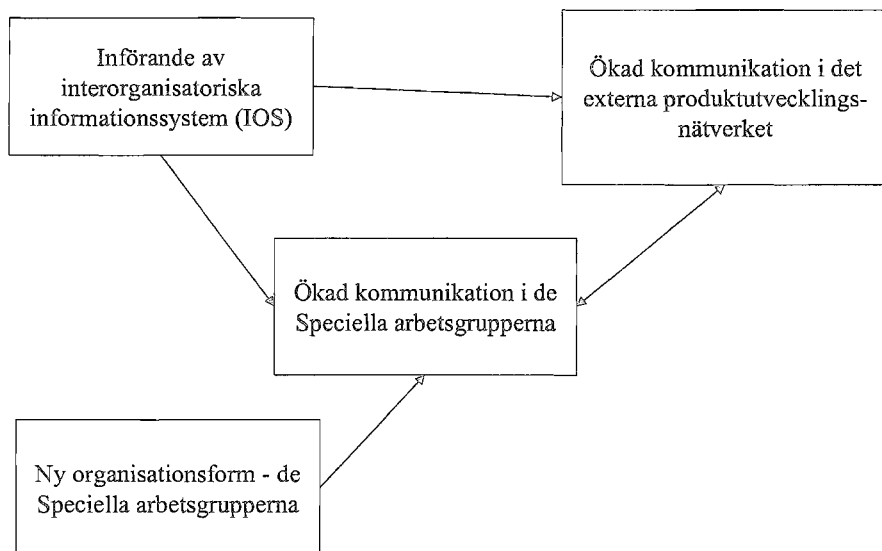
"Närheten ger snabba svar. Där märker man ju skillnad helt klart. Man tar ju kontakter mycket snabbare och enklare." (Systemutvecklingsansvarig på Gamma)

Systemgrupperna hade redan börjat införas, när CAD/EDI gjordes tillgängligt i organisationen. Det nya informationssystemet ökade effektiviteten i Systemgruppernas kommunikation ytterligare, eftersom det möjliggjorde integrering av olika externa aktörers arbete i de dagliga problemlösningsssekvenserna.

"CAD/EDI har gjort att man kan jobba på distans, man gör mycket jobb, men man gör det inte här. Det är både konsultfirmor, utvecklingsleverantörer, hela skalan för samarbete är med." (IT-ansvarig på Gammas produktutvecklingsavdelning)

Närhet har i tidigare forskning om kommunikation i produktutveckling ansetts som viktigt för att kommunikationsfrekvensen skall öka. Allen (1977:328) visade på att sannolikheten för en hög kommunikationsfrekvens mellan två parter ökar dramatiskt med ett minskat geografiskt avstånd, oavsett om de tillhör samma organisation eller ej. I och med att Systemgrupperna infördes 1996 ökade sannolikheten för kommunikation mellan de olika parterna till följd av den ökade närheten.

Kommunikationsökningen i det interna produktutvecklingsarbetet sammanföll med en ökning också i det externa nätverket. Den kommunikationsökning som skedde internt i Systemgrupperna 'fortplantade sig' till de externa relationerna eftersom externa parter behövde konsulteras för att reda ut frågeställningar om konstruktionslösningar inom sina respektive områden. CAD/EDI möjliggjorde det nya arbetssättet genom att göra kontakterna oberoende av tid och plats (Bensaou 1997). Händelsesekvensen åskådliggörs nedan (Figur 23).



Figur 23. Förhållandet mellan intern och extern kommunikationsfrekvens och införande av CAD/EDI

Införandet av nya informationssystem i relationerna med externa parter var en förutsättning för ökad intern kommunikation, eftersom interna problemlösningssekvenser var beroende av snabba svar från externa parter för att hänsyn snabbt skulle kunna tas till förändrade konstruktionslösningar. Organisationsförändringarna och teknologiförändringarna var beroende av varandra och ömsesidigt förstärkande genom att de båda ökade kommunikationen mellan interna och externa parter.

5.1.3 Rikedom i kommunikationen

Nedan analyseras den fjärde kommunikationsdimension i Clark & Fujimotos (1991) modell: Kommunikationsrikedom.

Frekvens, Riktning och Timing påverkades av införandet av CAD/EDI så att information kunde överföras mellan interna och externa parter kontinuerligt, med snabbare feedback och tidigare i produktutvecklingsprocessen. I dessa avseenden gynnades integrering av produktutvecklingsarbetet av CAD/EDI-systemet. Fokus på geometri som gemensam kodifieringsbas för integrering av externa bidrag och ökad kommunikationsintensitet, ledde emellertid till en minskad kommunikationsrikedom. Detta påstående utvecklas i följande stycke.

Kommunikationsrikedom och 'organisatorisk språk'

Kommunikation handlar i organisatoriska sammanhang om att överföra information mellan aktörer, vilket görs med hjälp av någon typ av språk. Daft & Wigington (1979) hävdade, att människans olika språk skiljer sig åt vad avser deras informationsöverföringsförmåga⁵⁷.

Författarna skiljer mellan *högvariationsspråk* och *lågvariationsspråk*. Högvariationsspråk är språk, där symbolanvändningen inte är styrd (icke exakt) och språket därför kan kommunicera många olika idéer och tankar (en stor variation). Exempel på högvariationsspråk är musik, bildkonst och andra konstformer, vilka alla tolkas subjektivt. Lågvariationsspråk består av symboler med exakt (och objektiv) betydelse och överför ett smalare omfång av tankar och idéer. Exempel är matematiska språk och statistik.

Tanken att språk i olika hög grad kan förmedla information i tillägg till de språksymboler som används, återfinns också i forskning om kommunikation i olika nationella kulturer. Hall (1976, i Harris & Moran 1987:36-37) skiljde på kommunikation i kulturer, som har hög respektive låg kontext. Kulturer med högkontextkommunikation förmedlar, i tillägg till de språksymboler som används, information som finns i den fysiska omgivningen eller internaliserad i personen som

⁵⁷ Utifrån författarnas breda definition kan 'språk' antas omfatta människans alla olika sätt att överföra idéer, känslor och tankar.

kommunicerar. I kulturer med lågkontextkommunikation förmedlas informationen till största delen enbart genom explicita symboler i språket⁵⁸.

Olika språktyper anses vara anpassade för kommunikation om olika typer av fenomen. Daft & Wigington (1979) menade att högvariationsspråk passar för kommunikation om svårtolkade sociala fenomen, medan lågvariationsspråk lämpar sig för kommunikation om väl förstådda, exakta fenomen.

Konceptet 'kommunikationsrikedom' kan nu utvecklas. Enligt den diskussion som fördes i det tidigare teorikapitlet beror ett kommunikationsmediums eller en kommunikationskanals rikedom på (1) möjligheter till direkt feedback⁵⁹, (2) möjligheter till multipla överföringsspråk ('cues', t.ex. bild, röst, tecken osv i ett och samma meddelande), (3) möjligheter att variera överföringsspråk samt (4) grad av personifiering/precision (Daft, Lengel & Trevino 1987:358).

Tabell 20. Dimensioner av kommunikationsrikedom i en kommunikationskanal (Daft, Lengel & Trevino 1987)

Dimensioner av kommunikationsrikedom	Kommentar
Feedback	Direkt feedback möjliggör att frågor kan ställas och korrigeringar utföras (se även Dennis & Kinney 1998)
Multipla överföringsspråk	En palett av överföringsspråk ('cues') kan ingå i ett meddelande. Till exempel kan fysisk närvaro, röst, kroppsspråk, ord, siffror och grafiska symboler inkorporeras i ett meddelande.
Variabla överföringsspråk	Vissa typer av språk kan överföra ett större omfång av information; naturligt språk kan överföra många olika typer av budskap medan siffror kan överföra färre budskap men har i gengäld större precision. (se Daft & Wigington 1979)
Personifiering (individanpassning)	Ett budskap överförs i större grad om personliga känslor tillåts ingå i meddelandet. I vissa typer av kanaler kan budskap utformas efter mottagarens referensram, behov och nuvarande situation.

Kommunikationsrikedomen ökade i Gammas fall i så måtto att det nya mediet gav större möjlighet till feedback. Denna kommunikationsdimension behandlades separat i Clark & Fujimotos kommunikationsmodell och den analyserades särskilt i inledningen av detta kapitel, varför den ej behandlas i den fortsatta diskussionen om kommunikationsrikedom. (Dimension: *Feedback*)

⁵⁸ 'Context' är i detta sammanhang svårt att översätta direkt till svenska. Därför behålls det engelska uttrycket. Japan är enligt denna forskning exempel på ett land som representerar en nationell kultur med hög kontext, medan USA är exempel på ett land med en kultur med låg kontext.

⁵⁹ Clark & Fujimoto (1991) hanterade feedback och kommunikationsrikedom som en separata dimensioner i sin kommunikationsmodell, medan Daft & Lengel (1984) inkluderade feedback.

För att hålla samman kommunikationen mellan olika organisationer om skilda funktionella delar i produkten, kodifierades problemlösningen till en minsta gemensam nämnare, geometri. Denna blev ett interorganisatoriskt beskrivningsspråk i produktutvecklingsarbetet. De funktionella språken fick stå åt sidan för det gemensamma geometrispråket. Därmed kom en högre grad av kodifiering i den gränsöverskridande kommunikationen till stånd (Boisot 1986). CAD/EDI satte genom ökad kommunikationsintensitet fokus på geometri i den dagliga gränsöverskridande kommunikationen. Därmed minskade antalet språk. (Dimension: *Multipla överföringsspråk*)

Geometri som dominerande överföringsspråk innebar också mindre möjlighet till variation i varje enskilt meddelande. Geometri är ett exakt, men smalt, språk jämfört med till exempel naturligt språk (Daft & Wigington 1979). (Dimension: *Variabla överföringsspråk*)

Graden av personifiering var låg i CAD/EDI-kommunikationen. Denna kunde enbart överföra CAD-meddelanden. Någon egentlig relationsinformation mellan sändare och mottagare kunde däremot inte överföras. (Dimension: *Personifiering*)

Övergången från funktionsrelaterad kommunikation till ett gemensamt gränsöverskridande geometrispråk gav, om man bortser från feedback, sammantaget en mindre rik kommunikation (se Tabell 21).

Tabell 21. Övergången från funktionsrelaterad till geometribaserat integreringsspråk och relationen till kommunikationsrikedomen.

Dimension av kommunikationsrikedom	Funktionsrelaterad kommunikation	CAD/EDI-baserad geometriöverföring
Multipla överföringsspråk	Hög	Låg
Variabla överföringsspråk	Hög	Låg
Personifiering	Hög	Låg

Fokuseringen på geometri som språk i den gränsöverskridande kommunikationen var nödvändigt för att erhålla samsyn mellan skilda organisationer som alla hade olika bakgrund och funktionell kompetens. Geometri som kodifieringsbas gav möjlighet att kommunicera med externa aktörer, oavsett var de befann sig och oavsett vilken funktionell specialitet de representerade. Geometri var som språk betraktat tillräckligt exakt och väl definierat för att de olika organisationerna skulle kunna förhålla sig till det på ett uniformt sätt. Den ökade kommunikationsintensiteten via CAD/EDI förstärkte i sin tur fokuseringen på geometri istället för som tidigare de olika funktionella språken. Rikedomen minskade därför i den gränsöverskridande kommunikationen mellan Leverantörer/Partners och Gamma, eftersom (1) man fokuserade på ett enskilt språk, (2) geometri som språk inte kan innehålla hög variation, samt (3) CAD/EDI innebar en lägre personifieringsgrad enligt ovan.

Informationssystemens undanträngningseffekter

Observera att kommunikationsrikedomen inte minskade automatiskt i och med att CAD/EDI infördes. Kommunikationsrikedomen ökade snarare i den specifika 'Geometrikanalen' eftersom feedback underlättades. Det som minskade rikedomen i kommunikationen var istället de 'undanträngningseffekter' som uppstod i och med att Geometrikanalen fick större utrymme än de funktionella språkkanalerna i diskussionen med externa parter.

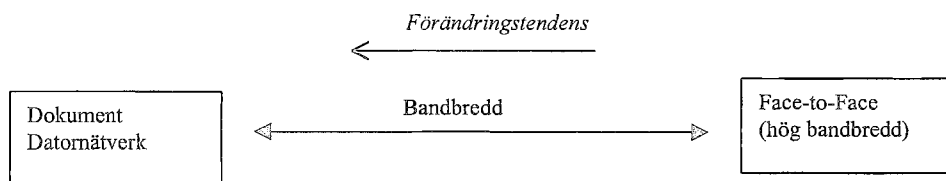
"De funktionsansvariga [på Gamma] får aldrig ha en egen diskussion med externa parter. Då skulle vi hoppa över ett steg som vi tycker är ett av de allra viktigaste, nämligen geometri, så att man får ihop bitarna. Där håller man kontrollen hela tiden." (Teamledare på Gamma)

Liknande undanträngningseffekter har tidigare konstaterats i studier av informationsteknologins effekter på arbetsprocessen, då för mellanchefer. De upplevde sig som mer effektiva i aktiviteter där man använde informationssystem och därför spenderade de *mer* tid på sådana aktiviteter än på övriga (Pinsonneault & Rivard 1998:305). De aktiviteterna som ej baserades på informationssystem trängdes därför undan. Det flitiga användandet av informationssystem på Gamma förknippades också med effektivitet.

"Informationen flödar ju lättare fram och tillbaka tack vare de här IT-hjälpmidlen vi har. Tidigare fick vi kopiera ritningarna och det går ju inte att jämföra med det här. Det måste ju ha medfört vinster men det är svårt att mäta" (Konstruktör på Gamma)

Undanträngningseffekter har förutspått i anslutning till användning av nya informationssystem också av Borg (1996) som menade att då organisationsmedlemmarna intensivt använder nya informationssystem i sitt arbete, kommer dessa att utgöra referensramen för definition och lösning av organisationens problem. Den 'digitala domänen' skapar och upprätthåller ett eget språk som existerar utan referens och stöd av dialog i vanlig mening. Denna tar över roller som tidigare utfördes manuellt och i personlig kontakt (Borg 1996:60).

Undanträngningseffekterna innebar att kommunikationsrikedomen i Clark & Fujimotos (1991) kommunikationsmodell, i fallet Gamma minskade (Figur 24).



Figur 24. Kommunikationsrikedom i kommunikation med externa parter: förändringstendens i fallet Gamma

5.1.4 Sammanfattning – kommunikationsstruktur

- Det skedde en gradvis övergång till det nya kommunikationsmediet CAD/EDI. Vid undersökningsperiodens slut var penetrationsgraden cirka 50 procent. Därmed ökade möjligheten till *snabb feedback* från externa parter.
- Kommunikationsintensiteten ökade väsentligt mellan åren 1994 och 1998. Medan CAD-kommunikation via manuell filhantering vidmakthölls vid en stabil nivå, ökade CAD/EDI-kommunikation kraftigt, från i princip ingenting 1994 till att utgöra hälften av alla meddelande 1998. Möjligheten att överföra information, dels *tidigt* i processen, dels *kontinuerligt* upplevdes då ha ökat.
- Ökad kodifiering i den gränsöverskridande kommunikationen i kombination med ökat fokus på intensiva kommunikationskanaler fick till följd att *kommunikationsrikedom* minskade.

Utevecklingen av den gränsöverskridande kommunikationen vid införande av CAD/EDI framställs som skuggade partier i tabellen nedan (Tabell 22).

Tabell 22. Kommunikationsmodellen i den nya produktutvecklingslogiken

Kommunikationsdimension	Låg grad av integration i produktutveckling	Hög grad av integration i produktutveckling
Riktning på kommunikationen	Unilateral	Bilateral (feedback)
Kommunikationsfrekvens	Satsvis överföring	Kontinuerlig överföring (del för del)
Timing	Sent släpp av komplett underlag	Tidigt släpp av preliminärt underlag
Kommunikationsrikedom	Dokument, datornätverk	Face-to-face (hög kommunikationsrikedom)

Införandet av CAD/EDI medförde således generellt en ökad kommunikations-effektivitet i förhållande till den integrerade produktutvecklingsmodellens ideal, men specifikt en minskad kommunikationsrikedom.

5.2 Förändring av aktörsstrukturen

5.2.1 Antalet noder i kommunikationsnätverket

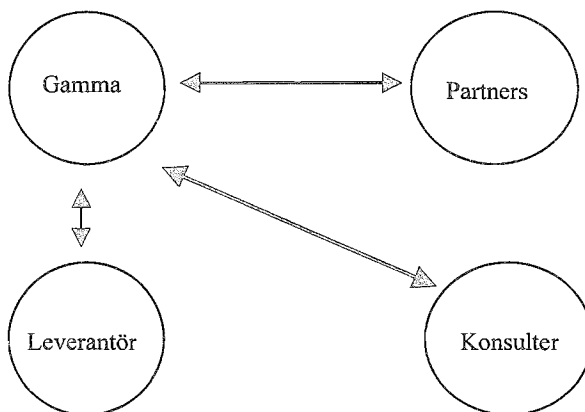
Antalet noder i kommunikationsnätverket ökade under den tid som ny informations-teknologi infördes. Antalet aktörer, som kommunicerade med Gamma, var 258 år 1994 medan motsvarande siffra för 1997 var 446. Penetrationen för den nya informationsteknologin, CAD/EDI, var noll procent år 1994 och närmare 50 procent i slutet av 1997.

Att antalet noder i kommunikationsnätverket ökade är intressant att notera eftersom Gammas mål var att reducera antalet direkta kontakter med omvärlden i produktutvecklingsarbetet och ha en tätare kommunikation med ett litet antal Partners. Istället ledde utvecklingen åt det motsatta hållet – antalet relationer till omvärlden ökade betydligt. Detta skulle kunna tolkas som att fallet uppvisade en trend mot interorganisatoriska relationer i form av en 'elektronisk marknad', där antalet leverantörer som konkurrerade om en och samma transaktion, blev större, då kommunikationskostnaderna minskade (Malone et al 1987).

Men de nya aktörer som inledde relationer med Gamma var inte i första hand de som bar de viktigaste tekniska kunskaperna. Det var inte primärt Leverantörer/Partners som kunde integrera kunskap om Gammas produkt med kunskapen om sin egen produktionsprocess, utan en ny grupp dominerande aktörer, som ökade i antal och betydelse – Konsulterna.

5.2.2 Dominerande aktörer i produktutvecklingsnätverket – teknikkonsulterna stärker sin roll

Gammas officiella mål för förändringen i produktutvecklingsarbetet var som tidigare nämnts, att företaget och ett antal Partners skulle utföra produktutvecklingsaktiviteter i nära samarbete. Studien gav en delvis annorlunda bild av vilka aktörer, som deltog i det egentliga produktutvecklingsarbetet. Dels utgjorde redan i utgångsläget teknikkonsulterna en betydande aktörsgrupp i nätverket, dels samarbetade Gamma direkt med ett stort antal mindre leverantörer. Figuren nedan (Figur 25) symboliserar, att det var till teknikkonsulterna (*Konsulter*) en betydande andel av kommunikationen från företaget adresserades.



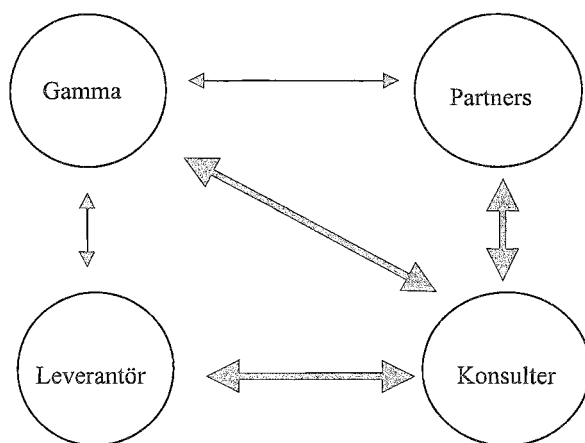
Figur 25. Aktörsstrukturen före införandet av ny informationsteknologi

Aktörsstrukturen i Gammas fall stämmer väl med den bild av japanska produktutvecklingsnätverk som förmedlades av Imai et al (1987). Där delades

systemintegratörens produktutvecklingsnätverk upp i tre enheter: Leverantörsnätverket, Associerade företag, samt F&U-nätverket (se tidigare diskussion i Tolkningsramen, kapitel 2). En aspekt som inte framgår i Figur 25 är om en viss Leverantör/Partner ingår i någon dedicerad enhet av nätverket, motsvarande de Associerade företagen i Imai:s beskrivning. Kategorin Partners är inte detsamma som Associerade företag utan de direktleverantörer som har särskilt stort ansvar gentemot Gamma. Det troliga är, att det inte existerade någon specifik 'Gamma-grupp' av leverantörer.

Med Gammas krav på ökat engagemang från Partners och Leverantörer i utvecklingsarbetet samt att dessa skulle utnyttja telekommunikationsteknik för att snabbt kommunicera produktutvecklingsdata ökade mängden produktutvecklingskommunikation till Konsulterna och bindningar uppstod inte sällan mellan Partners/Leverantörer å ena sida och Konsulter å den andra.

Aktörsstrukturen, som det nya arbets- och kommunikationsmönstret resulterade i, beskrivs grafiskt nedan (Figur 26). De tunna linjerna mellan Gamma och Leverantörer/Partners anger, att andelen meddelanden i dessa relationer var konstant eller minskade något, även om antalet meddelanden ökade i absoluta tal. De breda linjerna mellan Gamma och Konsulter respektive Konsulter och Leverantörer-/Partners indikerar en kraftigare ökning av antalet meddelanden i dessa relationer.



Figur 26. Aktörsstrukturen efter införandet av ny informationsteknologi

Det som skiljer aktörsstrukturen under studiens senare skeden från de tidigare är för det första den ökade CAD-kommunikation mellan Gamma och Konsulterna. Det kunde konstateras en ständigt ökande ström av CAD-kommunikation med Konsulterna. Dessa var tredjepartsleverantörer och som sådana ingick de inte i den vision Gamma närde, nämligen att skapa ett direkt samarbete med ett fåtal parter. Trots detta ökade alltså kommunikationen med Konsulterna kraftigt. En andra viktig

skillnad är kopplingen mellan Konsulterna å ena sidan och Partners/Leverantörer å den andra. Denna koppling förklarades av det ansvar för konstruktionsaktiviteten som Gamma nu begärde, att externa parter skulle utföra.

"Ansvaret går ju över på Leverantören, och sedan blir det ju dennes ansvar att se till att man kan leverera rätt produkt. Då anlitar de B (konsultbolagets namn) med flera andra konsultbolag för att lösa det problem som då blivit deras istället för som tidigare Gammas." (Chef på ett konsultföretag)

Delvis var dessa nya relationer drivna av att Leverantörer och Partners, som ofta var företag belägna på stort geografiskt avstånd från Gamma, hade svårt att ställa upp med utvecklingsresurser med fysisk placering på Gammas utvecklingsavdelning. I dessa fall anlätade Leverantörer och Partners Konsulter, vilka fick fungera som 'lokala representanter' i Systemgrupperna och där lösa de tekniska problem som det nya ansvaret innebar. Konsulterna kunde vara anlätade av Gamma *och* övriga externa parter i samma delprojekt.

"Vi kan i samma projekt sitta som underleverantör till en Partner eller Leverantör, samtidigt som vi sitter som utvecklingsresurs inne på Gamma, ibland på en mötande detalj." (B, IT-ansvarig på ett konsultföretag)

Konsulterna hade tidigt en dominerande ställning i både det interna och det externa produktutvecklingsarbetet. Denna dominerande ställning behölls respektive förstärktes under den studerade perioden. Förstärkningen av den interna ställningen framgick i den empiriska genomgången av vem på Gamma som var avsändare av CAD-meddelande till externa parter. Konsulterna ökade där sin andel mellan 1995 och 1998, från 17 procent till 61 procent av totala antalet meddelanden⁶⁰.

5.2.3 Intermediära aktörer för teknisk och organisatorisk anpassning och översättning

De förstärka relationerna mellan Leverantörer/Partners och Konsulter var också pådrivna av de förras ovilja att tidigt investera i ny informationsteknologi. För att överbrygga det gap som uppstod, när Gamma krävde snabbare kommunikation i produktutvecklingsarbetet genom CAD/EDI, uppkom behov av en tredje part för att få produktutvecklingsnätverket att fungera på samma sätt som tidigare, fast snabbare. För vissa konsulter uppstod då en ny marknad som informationsmedlare och översättare av produktutvecklingsinformation till Gammas tekniska sammanhang

"Man kan se hur vår marknad har ändrats från att ha varit Gamma-inriktade till att vara Leverantörsinriktad och sedan vidare till slutkund [Gamma]." (Chef på ett Konsultföretag)

Det fanns också en organisatorisk och social dimension i samarbetet. "Den nya marknaden" som enligt ovan skapades för Konsulterna på Gamma, drevs också av ett icke-tekniskt anpassningsbehov. Dels behövde de nya aktörerna (Leverantörer-Partners) tid för att bygga upp de grundläggande individbaserade relationerna i

⁶⁰ Jämför föregående kapitel.

kommunikationen med Gamma, dels behövde såväl gamla som nytilkomna samarbetspartners göra organisationsmässiga anpassningar, så att de kunde arbeta i harmoni med Gammas nya arbetssätt. Båda dessa behov skapade 'den nya marknaden' för Konsulterna. Denna icke-tekniska anpassning – översättning av kodifieringsscheman och bidrag med kunskap om Gammas arbetssätt – har jag valt att lägga in under begreppet 'organisatorisk anpassning/översättning' för att beskriva vikten av relationens utsträckning i tid och parternas ömsesidiga förmåga att anpassa sig till de organisatoriska formella och informella strukturer som fanns etablerade. Eftersom förändringen med hjälp av det nya informationssystemet kunde drivas på snabbt, kunde dessa anpassningar inte ske utan hjälp av redan etablerade aktörer – i Gamma-fallet föll lotten på Konsulterna.

Allen (1977) menade, att varje utvecklingsenhet på ett företag eller annan organisation, har en specifik 'kultur' som visar sig i hur de anställda griper sig an olika problem. Vissa enheter kanske alltid väljer en djärvare lösning, medan andra är mer konservativa och försiktiga. Organisationernas karakteristik i detta avseende, tillsammans med ett antal långsiktiga mål hos organisationen, vävs in i och får effekter på organisationsmedlemmarnas föreställningsvärld och påverkar därför hur de uppfattar och kodifierar världen omkring sig (ibid. s. 138). Allen poängterade att inom en och samma organisation förenklar specifika kodifieringsscheman kommunikationen, men mellan olika organisationer medför däremot organisationernas olika kodifieringsscheman kommunikationssvårigheter:

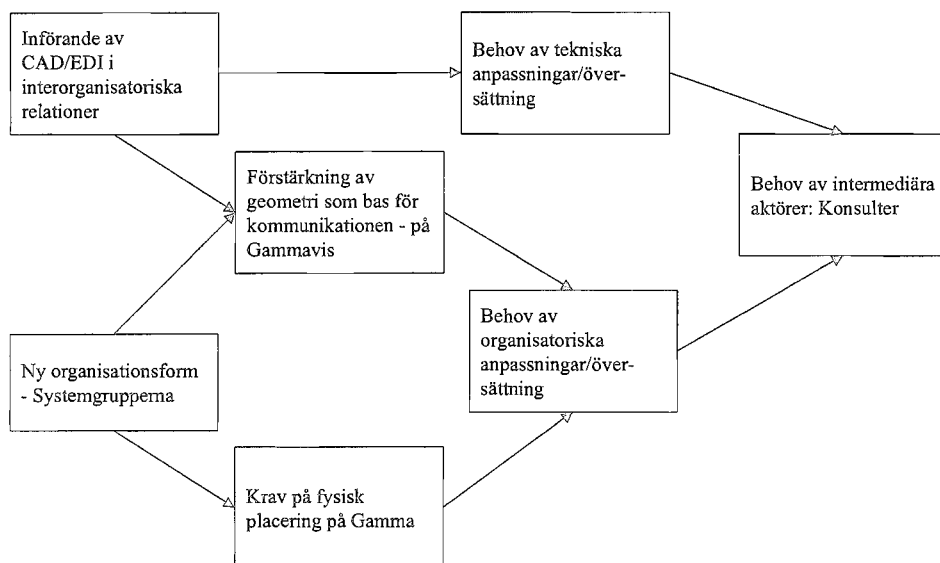
"Different organizations view the world differently and so do their members. This creates an inherent problem whenever communications must take place across an organizational boundary" (Allen 1977:139)

Organisationer med olika kodifieringsscheman kommunicerade med varandra i Gamma-fallet, eftersom nya externa parter eller parter med nytt ansvar behövde integrera sina produktutvecklingsaktiviteter med Gamma. Detta kan fungera enligt Allen (ibid.), om parterna känner till reglerna för hur de olika kodifieringsschemana är uppbyggda. Över lång tid lär sig individer, som verkar i två skilda kodifieringssystem, varandras sätt att kommunicera men kortsiktigt är det svårt att överbrygga skillnaderna (ibid. s. 140-141). Ring & Van de Ven (1994) menade enligt samma analogi, att en lång relation medför att parterna kan förstå varandra och snabbt komma igång i (ännu) en relation.

"...cooperative IORs among parties who have had prior economic relationships or social ties tend to develop far more quickly and efficiently than among parties who, initially, were strangers" (Ring & Van de Ven 1994)

Den ökade betydelsen av Konsulter i produktutvecklingen berodde således till inte oväsentlig del på existerande Leverantörers och Partners ovilja eller oförmåga att tillräckligt snabbt anpassa sig till kravet på ny informationsteknologi men också på deras begränsade förmåga att snabbt bygga nya sociala relationer i produktutvecklingsorganisationen (och avsätta resurser med fysisk placering på Gamma) så

att en översättning mellan de olika organisationernas kodifieringsscheman och anpassning av olika arbetssätt kunde ske. Orsakssambanden åskådliggörs i följande figur (Figur 27):



Figur 27. Behov av intermediära aktörer som en funktion av teknisk och organisatorisk anpassning och översättning

5.2.4 Interna aktörer

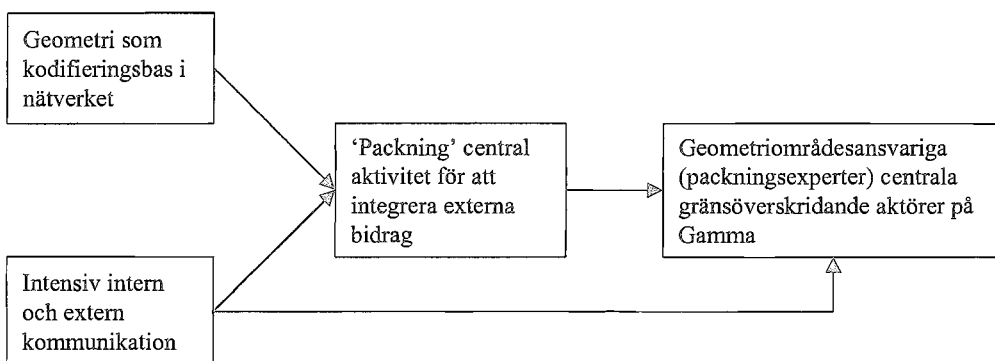
Gammans egen gränsöverskridande aktörsstruktur förändrades också. Tidigare kopplades leverantörerna in via inköparna, och det var de som valde leverantörer och upphandlade tillverkningsuppdrag. I dessa diskussioner handlade det oftast om det som inköparna fokuserade på i sin roll, nämligen inköpspriset per levererad enhet.

I och med införandet av Systemgrupperna blev dessa istället den naturliga kontakt-ytan för leverantörerna. I Systemgrupperna fanns en inköpare representerad, men det var den konstruktionsansvarige som ansvarade för att utveckla underlaget och slutföra uppdraget. Den tekniska specifikationen blev det man nu fokuserade på i relationen mellan Gamma och externa parter, istället för som tidigare inköpsvolym och pris. Härigenom kunde en holistisk bild av kraven enklare diskuteras. Priset var visserligen fortfarande viktigt men det berodde på en detaljs förhållande till andra detaljer och andra externa leverantörers tillverkningssystem.

När CAD/EDI infördes kom geometridimensionen att stå i centrum för diskussionen. En geometribaserad jämförelse kunde göras snabbt och detta blev initialt avgörande för om en föreslagen leverantörlösning kunde accepteras eller ej. Geometri-anpassning var en grundnivå för de krav som ställdes och den var enkel att

kontrollera – antingen var förslaget geometriskt korrekt eller så var det inte korrekt. Övriga tekniska och ekonomiska krav var däremot öppna för diskussion. I det dagliga arbetet med intensiv kommunikation blev därför geometriaspekten allt viktigare. Att kunna 'packa' produkten var detsamma som att kunna visualisera den och därmed förstå, om alla delar skulle komma att passa.

För att kontrollera att geometriområdena vidmakthölls och att olika områden inte konkurrerade med varandra skapades en ny roll, eller ny aktör, på Gamma: en Geometriområdesansvarig. Varje förändring, varje 'släpp' av nya underlag, skulle först godkännas av den Geometriområdesansvarige, innan de kunde gå vidare för att användas av andra grupper, interna såväl som externa, inom produktutvecklingen. I och med en intensivare kommunikation via de nya informationssystemen kanaliserades allt fler CAD-meddelanden genom den Geometriområdesansvarige. Det var också denne som vanligen arbetade med packningsförslag, i direkt samverkan med externa parter, för att förändringar skulle kunna hanteras snabbt. De Geometriområdesansvariga på Gamma blev i denna funktion centrala som gränsöverskridande aktörer på företaget (se Figur 28):



Figur 28. Framväxten av gränsöverskridande aktörer från Gamma

Det hade införts en filtreringsfunktion som betydde att man i varje överförings-/kommunikationstillfälle kontrollerade geometrin. Geometri var ett nödvändigt – men förvisso inte tillräckligt – villkor för att man skulle godkänna ett konstruktionsförslag.

Efterhand som arbetet genom de Geometriområdesansvariga ökade i omfattning – och det fanns en ansvarig på varje geometriområde – skapades inom Gamma en struktur för att hantera koordineringen mellan olika Geometriområdesansvariga, där en 'Övergeometriområdesansvarig' hade ansvar för flera geometriområden.

5.2.5 Geometriområdesansvariga och Konsulter: två gränsöverskridande aktörer

Det utvecklades sammantaget alltså två specialistroller för att uppnå interorganisatorisk kommunikation, när CAD/EDI infördes: Geometriområdesansvariga och Konsulter. Medan de Geometriområdesansvariga alltid var Gamma-anställda och fanns placerade på företaget, återfanns Konsulterna som resurs, antingen hos Gamma eller hos någon extern part; ett tredje alternativ var att de verkade i egen regi som översättare av CAD-kommunikation.

De gränsöverskridande funktionerna i det dagliga arbetet utfördes av nätverkets CAD/EDI-specialister och baserades på kommunikation av geometriska data. Dessa hade fått en central roll som integrationsverktyg för externa bidrag i och med införandet av de nya interorganisatoriska informationssystemen och den därmed ökade kommunikationsintensiteten. Det var också fokuseringen på geometri, som 'skapade' den gränsöverskridande strukturens utseende – genom fokus på geometri som integreringsspråk mellan olika organisationer blev den gränsöverskridande strukturen geometribaserad och 'geometriaktörer' blev därför framträdande.

Förhållandet mellan geometrifokuseringen och strukturförändring i interorganisatoriska relationer klargörs av det ramverk Ring & Van de Ven (1994:100-102) utvecklade. De utgick från en processyn för hur interorganisatoriska relationer uppstår och växer fram över tiden och angav att uppkomsten av dessa relationer till stor del styrs av om och hur parterna kommunicerar och skapar en gemensam förståelsebas. Parternas kommunikation i Gammalfallet påverkade organiseringen (Weick 1979), som modererades via det språk den dominerande kommunikationskanalen förmedlade (Daft & Wigington 1979). Uppfattningen att språket, som används i kommunikationen mellan parterna blir avgörande för struktureringen kan hänföras till Giddens (1984) tankar om hur individer tolkar struktur via det språk som används. Informationssystem innehåller i sig tolkningsscheman som styr individens kommunikation och därmed också deras agerande i organisationer (Walsham 1993:64). Den 'interorganisatoriska organiseringen' byggde alltså i Gammalfallet på det gemensamma sättet att förstå problemen med geometri som kodifieringsbas. Geometri var det organisatoriska språk som framhövdes av det nya informationssystemet och som därmed blev bestämmande för utvecklingen av strukturen i det specifika sociala aktörssystem som det interorganisatoriska arbetet utgjorde (Van den Ven 1976).

5.2.6 Sammanfattning – aktörsstruktur

- En grupp aktörer kom att dominera kommunikationen i produktutvecklingsnätverket, nämligen Konsulterna.
- Internt i det dagliga arbetet på Gammas produktutvecklingsavdelning blev en kategori anställda framträdande, nämligen de Geometriområdesansvariga.
- Både teknik konsulterna och de geometriområdesansvariga var CAD/EDI-experten (geometriexperter). Aktörsstrukturen speglade förhållandet att geometri hade

kommit att bli en gemensam kodifieringsbas för integrering av externt produktutvecklingsarbete och att översättning behövde ske, dels mellan olika tekniklösningar, dels mellan olika organisatoriska språk.

5.3 Förändring av aktivitetsstrukturen

Uttrycken 'Den traditionella produktutvecklingslogiken' och 'Den nya produktutvecklingslogiken' gäller fortsättningsvis i texten som beteckning på förhållandena vid Gammas produktutveckling år 1995 respektive år 1998. Årtalen anger tidpunkter då två olika arbetssätt tillämpades. Analogt med Orlikowski (1989) står 'nya' i 'Den nya produktutvecklingslogiken' för ett arbetssätt, som har informationsteknologi som bas. Det som ur studiens perspektiv särskiljer det nya och det traditionella arbetssättet är, att i 'Den nya produktutvecklingslogiken' baseras det dagliga arbetet på en intensiv CAD/EDI-kommunikation mellan interna och externa parter.

I 'Den traditionella produktutvecklingslogiken' var CAD-ritningar ett slutmål, medan kommunikationen till stor del skedde utan hjälp av dessa. I 'Den nya produktutvecklingslogiken' var CAD-ritningar ett centralt integreringsverktyg för olika delaktiviteter i produktutvecklingsarbetet och geometri en kommunikationsbas i det dagliga arbetet.

I 'Den traditionella produktutvecklingslogiken' detaljkontrollerade Gamma utformningen av den detalj/komponent som en extern part skulle leverera. I 'Den nya produktutvecklingslogiken' var tanken istället att leverantören eller partnern skulle föreslå lösningar tidigt och med utgångspunkt i sina tillverkningsförutsättningar. Denna Black Box-integrering (Clark & Fujimoto 1991) innebär att integreringslogiken utifrån systemintegratörens synvinkel har ändrats från detaljkontroll över alla parter aktiviteter till mer övergripande kontroll av resultatet och dess inpassning i ett system. De huvudsakliga skillnaderna mellan den traditionella produktutvecklingslogiken och den nya åskådliggörs nedan (Tabell 23):

Tabell 23. Principiella skillnader mellan den traditionella och den nya produktutvecklingslogiken

	Den traditionella produktutvecklingslogiken	Den nya produktutvecklingslogiken
Integreringslogik	Detaljerad kontroll	'Black Box'
Integreringsspråk	Funktionsrelaterade krav	CAD-geometrier
Användande av informationsteknologi	Individuellt arbetsredskap	Kommunikation, bas för integrerad problemlösning

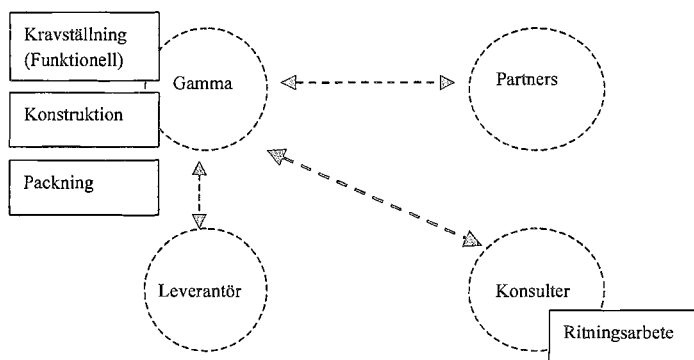
Syftet med den följande analysen av aktivitetsstrukturen är att i detalj studera hur integreringslogiken – förändringen från integrering av externa parter via detaljerad kontroll till 'Black Box' – tog sig uttryck på Gamma.

5.3.1 Aktivitetsstrukturen i den traditionella produktutvecklingslogiken

I det 'traditionella' produktutvecklingsarbetet på Gamma utfördes fyra generiska delaktiviteter inom utvecklingen: Kravställning, Packning, Konstruktion och Ritningsarbete.

I början av den studerade perioden konstruerade Gamma de flesta komponenter till en produkt inom företaget. Ofta medverkade konsulter, som då gavs specifika uppdrag i ett detaljkontrollerat produktutvecklingsarbete – så kallat 'Ritningsarbete' (eng. 'Drafting').

Arbetet styrdes mot en speciell avdelnings mål, varför kravställningen på en komponent var funktionellt styrd. Partners och Leverantörer togs med i kommunikationen i ett sent skede, många gånger först när utvecklingsarbetet var slutfört genom företagets egen försorg. En schematisk framställning över en sådan aktivitetsstruktur i Gammas produktutvecklingsnätverk ges nedan (Figur 29):



Figur 29. Aktivitetsstrukturen i den traditionella produktutvecklingslogiken

Denna traditionella aktivitetsstruktur jämförs nedan med det nya arbetssättet på Gamma – den nya produktutvecklingslogiken

5.3.2 Aktivitetsstrukturen i den nya produktutvecklingslogiken

En teori för att studera industriell organisation som en fördelning av aktiviteter mellan aktörer har utvecklats av Richardsson (1972) och presenterades i det tidigare teorikapitlet (kapitel 2, 'Tolkningsram'). Där redogjordes också kortfattat för hur aktiviteter kan karaktäriseras och för principerna för uppdelning av dessa på olika aktörer i ett samarbete. Grundprincipen är, att två aktiviteter utförs effektivt av en och samma aktör om 1) de är likartade eller om 2) de är starka komplement till varandra. Detta ramverk tillämpas nedan på fallet Gamma, där dels befintliga aktiviteter omfördelades, dels helt nya aktiviteter tillkom.

Om fördelning av befintliga aktiviteter

Konstruktionsarbetet lades under tiden 1995-1998 i allt större utsträckning ut på externa parter. En systemutvecklingsansvarig på Gamma kommenterade detta:

"Utveckling [Konstruktion], det överlåter vi hela tiden [till externa parter]. Vi sätter upp ramarna för vad en komponent skall klara och sen får de utveckla den. Innan HX konstruerade vi mycket mer [själva]".

Om fördelningen av aktiviteter kan med tillämpning av Richardssons (1972) ramverk förstås som att det var förhållandet – komplementariteten – mellan Konstruktion och Tillverkning och inte likheten mellan olika konstruktionsaktiviteter, som styrde placeringen av aktiviteter i nätverket. Tidigare hade, som nämnts, konstruktion utförts av Gamma. Detta förhållande hade, med likartat arbetssätt mellan olika konstruktionsuppdrag, inneburit en effektivisering av själva konstruktionsarbetet. Likriktningen av arbetssättet i detaljkonstruktionsaktiviteterna hade i sin tur medfört att detaljkonstruktion och systemkonstruktion var enklare att integrera.

I och med den nya aktivitetssuppdelningen måste integreringen mellan *system*-perspektivet, representerat av Gamma, och *detalj*-perspektivet, representerat av Leverantörer och Partners, ske över organisatoriska gränser. Detaljkonstruktionen innefattade nu olika arbetssätt, där aktiviteternas uppbyggnad och inre process bestämdes av externa parter. Gamma ställde heller inga krav på ett likartat arbetssätt hos olika aktörer. Däremot ställde företaget krav på likartat utseende hos resultaten. Detaljkonstruktion kompletterade systemkonstruktion så intimt att gränssnitten dem emellan behövde standardiseras.

Eftersom det interorganisatoriska informationssystemet premierade geometribaserad kommunikation bidrog det också till att standardisera gränssnittet mellan detaljkonstruktion och systemkonstruktion. Geometri blev den gemensamma kodifieringsbasen för daglig integrering av externa aktiviteter.

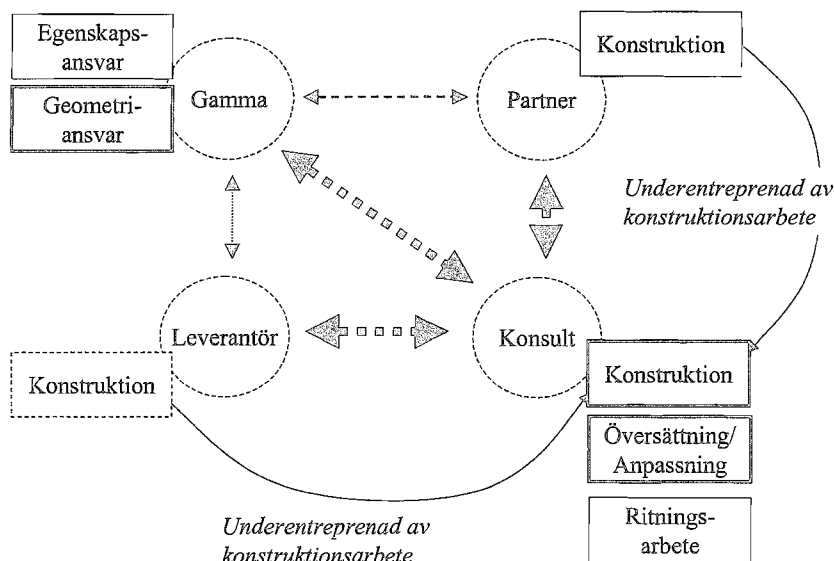
Nya aktiviteter

Ritningsarbetet hade separerats till en fristående aktivitet och *geometri-ansvaret/packningsarbetet* hade antagit en alltmer framträdande roll. Det var genom att ha geometriansvar som Gamma kunde styra integrationen av olika externa parter bidrag till systemet. Samtidigt hade funktionsansvaret för detaljkonstruktionen flyttats ut på externa parter, medan Gamma å sin sida istället tog ansvar för produktens övergripande egenskaper. *Egenskapsansvar* var i den nya produktutvecklingslogiken en framträdande aktivitet, som kompletterade geometriansvaret.

I och med införandet av CAD/EDI uppstod nya behov av översättning och anpassning mellan olika organisatoriska och tekniska förutsättningar, varför nya aktiviteter utvecklades. Eftersom de externa parterna inte alltid kunde utföra konstruktionsaktiviteten effektivt – tillverkningsuppdraget och den nya aktiviteten *konstruktion* var ibland inte tillräckligt likartade (Richardsson 1972) – överläts

utförandet av konstruktion till stor del på tredjepartsleverantörer. Därmed tillkom behov av en ny aktivitet för att erhålla integration mellan detalj- och systemperspektivet: 'översättning/anpassning'. Översättning och anpassning var dels att överföra information mellan olika CAD/EDI-format – *teknisk översättning* – dels att känna till hur Gamma fungerade internt, dvs. vem som behövde godkänna t.ex. hur ritningar hanterades – att göra 'på Gamma-vis' – detta var en *organisatorisk anpassning*. Leverantörer/Partners, 'flyttade över' konstruktionsarbetet till Konsulterna till följd av brist dels på konstruktionskompetens och resurser för ändamålet, dels kompetens för teknisk och organisatorisk översättning. Konsulterna kunde nu effektivt utföra konstruktionsarbetet, eftersom de till skillnad från enskilda Leverantörer och Partners fick flera uppdrag samtidigt och därmed kunde utföra en mängd likartade aktiviteter.

Fördelningen av aktiviteterna i 'Den nya produktutvecklingslogiken' åskådliggörs nedan (Figur 30):



Figur 30. Aktivitetsstrukturen i den nya produktutvecklingslogiken

5.3.3 Sammanfattning – aktivitetsstruktur

- I den nya produktutvecklingslogiken omfördelades existerande aktiviteter. Konstruktion förlades utanför Gammas gränser. Aktivitetskedjan delades upp mellan olika aktörer i högre grad än i den gamla produktutvecklingslogiken.
- Tidigare hade olika delkomponenter integrerats via olika interna funktioners krav men i den nya produktutvecklingslogiken integrerades de genom det geometriska

gränssnittet, som standardiserats via CAD/EDI. CAD/EDI möjliggjorde uppdelningen av aktivitetskedjan på olika aktörer dels genom att erbjuda nåbarhet över långa avstånd, dels genom att kodifiera problemlösningen i ett gemensamt språk. Det senare var nödvändigt, eftersom de olika komponentleverantörerna hade olika specialistkunskap och därmed olika organisatoriska beskrivningsspråk av ett och samma problem.

- Eftersom många Leverantörer/Partners inte tog på sig att praktiskt utföra konstruktionsaktiviteten uppstod en ny marknad för Konsulterna – som intermediär organisation. En viktig funktion som de utförde, var att översätta, tekniskt och organisatoriskt, kommunikationen mellan Gamma och externa parter.

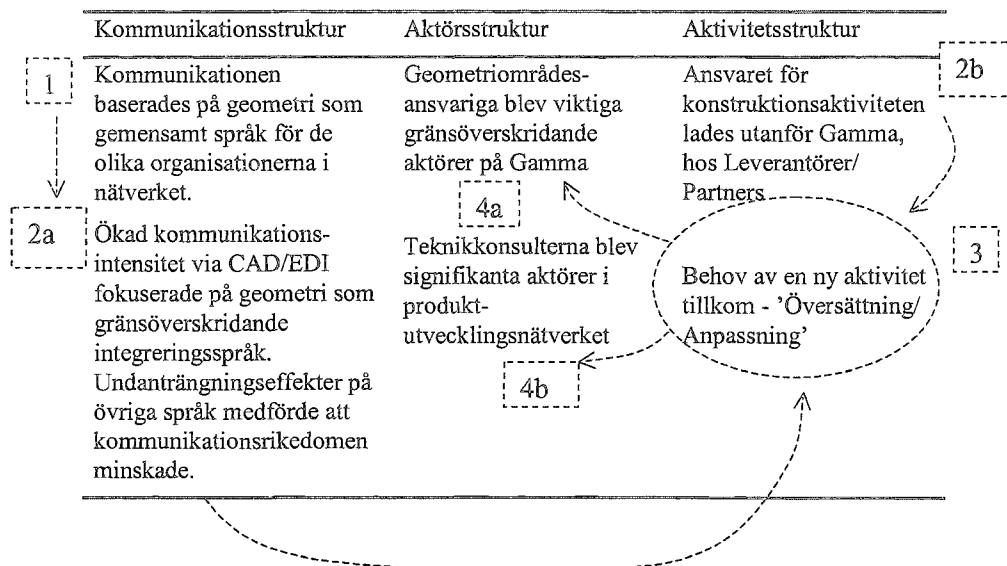
5.4 Principiella slutsatser

Geometri blev ett gemensamt interorganisatoriskt språk för kommunikation mellan olika specialiserade aktörer. Sammantaget minskade rikedomen i kommunikationen med externa parter, medan specifikt möjligheten till feedback ökade, när CAD/EDI infördes i Gammas produktutvecklingsnätverk.

Ändringen i kommunikationsstruktur skedde parallellt med ändringar i aktivitetsstrukturen; det infördes en ny produktvecklingslogik, där Gamma ställde krav på att externa parter skulle ta större ansvar för konstruktionsaktiviteten.

När konstruktionsarbetet utfördes av externa aktörer, ökade teknikkonsulterna i betydelse. De erhöll ett slags reläfunktion och fick utföra teknisk och social översättning och anpassning av kommunikationen i produktutvecklingsnätverket. Samtidigt ökade de Geometriområdesansvariga i betydelse på Gamma. De principiella slutsatserna sammanfattas i följande tabell (Tabell 24), där siffrorna anger kronologin i utvecklingen på Gamma.

Tabell 24. De principiella slutsatserna och sambanden mellan strukturelementen



Den komplexa produktutvecklingen krävde specialisering i skilda funktioner och en integrering över organisationsgränser, via ett gemensamt språk – geometri – och en effektiv interorganisatorisk kommunikation med CAD/EDI. Med detta minskade dock rikedomen i den gränsöverskridande kommunikationen.

I och med detta första steg av analys, parat med förra kapitlets empiriska genomgång, har undersökningsfrågorna i Tabell 6 på s. 46, behandlats. Nästa steg är att fördjupa förståelsen för fenomenet och därmed uppfylla det övergripande syftet med avhandlingen.

5.5 Kommunikation och struktur – fördjupad analys

I detta stycke tar jag hjälp av kommunikationsteori för att finna djupstrukturer i de empiriska slutsatserna ovan. Jag väljer inledningsvis en utgångspunkt i Media Richness-teorin (Daft & Lengel 1984) och begrepp som beskriver problemformuleringen inom produktutveckling i termer av *osäkerhet och oklarhet*. Därefter görs tillägg till denna analys genom tillämpning av en delvis annorlunda del av den media-centrerade delen av kommunikationsteorin, det som tidigare kallades 'Media Fundamentals'-teori (Dennis & Kinney 1998). Istället för att koncentrera analysen till uppgifternas grad av osäkerhet och oklarhet, fokuseras på produktutvecklingsorganisationens grundproblem, *integration* (Clark & Fujimoto 1991, Allen & Hauptmann 1987), i förhållande till mediets grundfunktioner (Dennis & Kinney 1998:270).

5.5.1 Media Richness: mediets rikedom i förhållande till uppgiftens oklarhet

För den centrala tesen inom Media Richness-teorin (MR) lämnades en redogörelse i teorikapitlet (kapitel 2, 'Tolkningsram'), men ges här en rekapitulation som grund för den fortsatta analysen. MRs huvudtes är, att en arbetsuppgift kan karaktäriseras med avseende på grad av osäkerhet respektive oklarhet och att ett specifikt kommunikationsmedium mer eller mindre effektivt kan hantera osäkra respektive oklara uppgifter. Därför måste man, för att erhålla effektivitet, göra en anpassning mellan arbetsuppgiften och media. Detta analysverktyg utvecklas och används nedan.

Osäkerhet och oklarhet

Inledningsvis redogörs för tolkningen i avhandlingen av begreppen osäkerhet och oklarhet och hur de kommer att användas i den fördjupade analysen.

Osäkerhet

Informationsflödesmodellen av problemlösning i organisationer, hävdar att för effektiv problemlösning skall det finnas en anpassning mellan problemsituationen och kommunikationsförmågan (Galbraith 1973, Tushman & Nadler 1978; för interorganisatoriska relationer: Venkatraman & Bensaou, 1996). Problemsituationer varierar i grad av *osäkerhet* (*uncertainty*) beroende på uppgiftens karaktär (en uppgift är i olika grad förutsägbar) uppgiftens omedelbara omgivning (relationer till omgivningen ger låg grad av förutsägbarhet) och beroenden mellan olika deluppgifter (Tushman & Nadler 1978:617). En högre grad av osäkerhet ger ett större behov av information för att uppgiften skall kunna lösas.

Daft & Lengel (1986:556) poängterade, att inom kommunikationsrelaterad forskning har osäkerhet kommit att betyda avsaknad av information. Genom att tillföra information kan osäkerheten minskas och organisationer, som konfronteras med hög grad av osäkerhet, måste därför hämta in mycket information (ställa många frågor) för att reducera osäkerheten. Det underliggande antagandet bakom denna organisationsbild är, att organisationer och deras anställda befinner sig i miljöer, där man kan ställa frågor och erhålla svar.

Oklarhet

Daft & Lengel (ibid. s. 557) menade vidare att organisationer och deras medlemmar i många fall inte kan ställa enkla frågor och erhålla meningsfulla svar på dessa. Ofta vet de inte vilka frågor de skall ställa, och om de ställer frågor, vet de inte, hur de skall tolka svaren. Dessa situationer kan karaktäriseras som *oklara* (eng. *ambiguous, equivocal*). Oklarheter i organisationer togs också upp av Weick (1979, 1995:92) som angav, att det finns ett antal situationer för vilka mer information (av samma typ) ej medför, att ett problem kan lösas. En oklar situation kan definieras som en situation, som är öppen för ett flertal tolkningar eller där innebörden av en möjlig

tolkning inte till fullo är förstådd. McCaskey (1982, i Weick 1995:93) gjorde en sammanställning över vad som karaktäriserar en sådan situation⁶¹(se Tabell 25).

Tabell 25. Karaktäristik av oklara situationer (McCaskey, 1982)

Karaktäristika	Förklaring/Kommentar
Problemet i sig är ifrågasatt	'Vad problemet är' har ej bestämts och skiftar över tiden. Problemet är ofta sammanlänkat med andra problem.
Informationen (mängd och tillförlitlighet) är problematisk	Eftersom problemdefinitionen är oklar, är också informationsinsamlingen svår att göra; risken är stor, att det blir alltför mycket information eller att viktiga uppgifter saknas.
Många, ej samstämmiga tolkningar	För den information som finns, skapar aktörerna skilda tolkningar; fakta kan förstås på olika sätt.
Skilda värderingar	Utan objektiva hållpunkter framträder alltmer värderingar som grund för tolkningarna.
Målbilden är oklar eller mångfacetterad och ibland konfliktfylld.	Antingen är målen vaga eller så är de väl definierade men i konflikt med varandra.
Låg grad av förståelse för orsak och verkan	Ofta svårt att veta vad som påverkar vad; om aktörerna vet vad de vill, vet det ej, hur de skall uppnå sina mål.

Oklara situationer kan, till skillnad från osäkerhetspräglade, inte kodifieras enligt en given mall i ömsesidigt uteslutande kategorier.

"Ambiguous situations are situations that cannot be coded precisely into mutually exclusive categories"(March 1994)

Oklarhet innebär därför, att antaganden, som krävs för rationellt beslutsfattande, inte kan uppfyllas. Mer information löser inte problemen utan oklara situationer måste hanteras med hjälp av meningsskapande – det vill säga genom social aktivitet, som syftar till att bestämma vilken tolkning, som skall vara gällande (Weick 1995:92).

Oklarhet och osäkerhet som grund för analys av problemsituationer

Daft & Lengel (1986) föreslog en modell för att karaktärisera problemlösnings-situationer, som tar *hänsyn både till osäkerhet och oklarhet*. I den är osäkerhet ett mått på hur ovetande en organisation är om ett värde på en viss variabel, medan oklarhet är ett mått på hur ovetande organisationen ifråga är, om en variabel existerar (skall existera) i informationsrymden. Denna begreppsanvändning framgår i tabellen nedan (Tabell 26).

⁶¹ Endast en del av karaktäristiken tas upp i denna diskussion

Tabell 26, Innebörden av begreppen osäkerhet och oklarhet

	Osäkerhet	Oklarhet
Begreppens innebörd, efter Daft & Lengels (1986) tolkning.	Mått på hur ovetande en organisation är om värdet på en given variabel	Mått på hur ovetande en organisation är, om en viss variabel existerar (skall existera)

Begreppen kan användas för att utreda informationshanteringen i en organisation. *Oklarhet* leder till att individer utbyter tolkningar för att definiera problem och lösa konflikter (genom ianspråktagande [enactment] av tolkningar, som delas av individer och därmed kan styra framtida sociala handlingar⁶²). *Osäkerhet* leder till sökandet efter (objektiv) information om omvärlden för att besvara specifika frågeställningar (Daft & Lengel 1986:557).

Denna begreppsapparat kopplades till produktutvecklingsarbete av Lewis (1998:7), som delade upp detta med hjälp av de olika faser som genomgås från idé till färdig produkt. Inledningsvis utförs *intentionella aktiviteter*, som handlar om målsättningar, önskemål och värderingar. Dessutom utförs *operationella aktiviteter*, som motsvarar praktiska göromål och rutiner i produktutvecklingsarbetet, t.ex. att utföra en undersökning med utnyttjande av en fastställd metod. Lewis menade att produktutvecklingsaktiviteter innehåller både osäkerhetskomponenter (information saknas) och tolkningskomponenter och att aktiviteter på den intentionella nivån har en hög grad av oklarhet medan de på den operationella nivån har en låg grad av oklarhet (ibid. s. 8). Nedan används begreppsparet oklarhet-osäkerhet för att, i enlighet med Lewis (1998), karaktärisera de produktutvecklingsaktiviteter som utfördes på Gamma.

Produktutvecklingsaktiviteter i termer av oklarhet respektive osäkerhet

Tidigare angavs produktutvecklingsaktiviteterna på Gamma till Funktionsdefinition/Kravställning, Packning, Konstruktion och Ritningsarbete (se s. 129 ff). I det följande skiljer analysen på två packningsaktiviteter: *Initial packning*, då produktarkitekturen definieras och *Kontrollerande packning* där geometrin kontinuerligt säkerställs.

Interorganisatorisk komplex produktutveckling innehåller både oklarhetsdimensioner – t.ex. att definiera och komma överens om hur produkten eller komponenten skall se ut – och osäkerhetsdimensioner – att utifrån en given specifikation ta fram underlag till och tillverka en komponent. *Funktionsdefinition* (och initial *Packning av produktarkitektur*) är i grunden en oklar uppgift eftersom olika aktörer gör olika tolkningar av vad en viss funktionsdefinition betyder (Clark & Fujimoto 1991:106). *Konstruktionsaktiviteten* innehåller också en hög grad av

⁶² Se Weick (1979) för en djupare diskussion om 'enactment' i organisationssammanhang.

oklarhet vilken beror av att produkten enbart är övergripande definierad i produktplaneringen. Givet en viss definition finns alltid en mängd oklara och/eller motsägelselfulla målbilder som Konstruktionsaktiviteten måste hantera (ibid. s. 116). Dessa båda aktiviteter bedöms företrädevis befinna sig på den intentionella nivån (Lewis 1998). Därför måste en hög grad av oklarhet hanteras också i kommunikationen mellan aktiviteterna Funktionsdefinition och Konstruktion.

Både aktiviteterna *Ritarbete* och *Kontrollerande packning (geometrikontroll)* utifrån givna instruktioner och den produktutvecklingsrelaterade aktiviteten *Tillverkning* av komponenter utifrån ett färdigt (detaljspecificerat) konstruktionsunderlag, tillhör i Lewis (1998) termer primärt den operationella aktivitetsnivån. Detta innebär att de karaktäriseras av en relativt sett låg grad av oklarhet och istället en högre grad av osäkerhet. Det finns således en (grov) skiljelinje mellan oklara och osäkra produktutvecklingsaktiviteter. Mellan Konstruktion och Ritningsarbete/Kontrollerande packning måste oklarheten reduceras och översättas till osäkerhet. Detta åskådliggörs nedan (Tabell 27).

Tabell 27. Oklara och osäkra produktutvecklingsaktiviteterna

Produktutvecklingsaktivitet	Problemlösningskaraktäristik
Funktionsdefinition/Arkitektur/Kravställning	Oklar
Konstruktion	Oklar
Ritningsarbete/Kontrollerande packning	Osäker
Tillverkning	Osäker

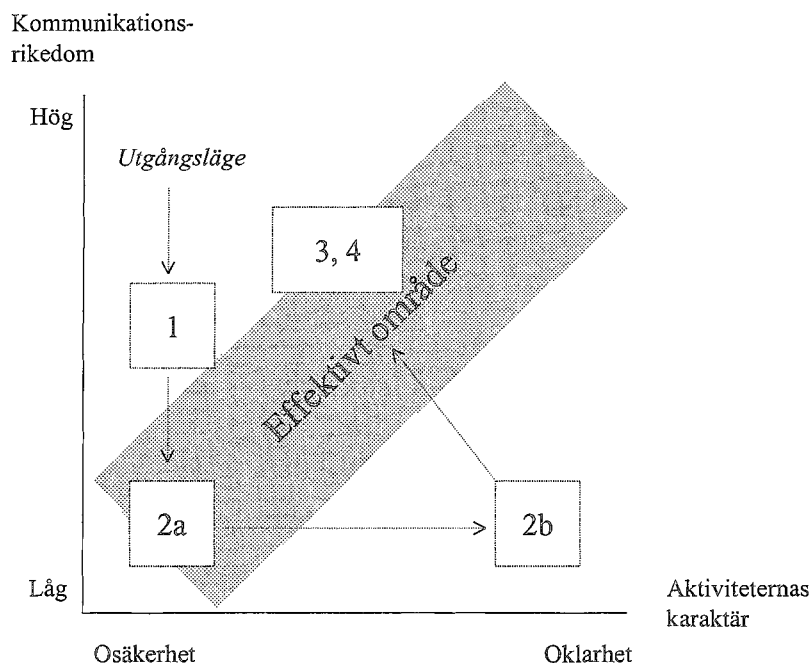
Aktiviteternas karaktär är den ena sidan av analysens kommunikationmodell, den andra sidan utgörs av kommunikationsmediets rikedom. Sambandet dem emellan behandlas i det följande.

Kommunikationsrikiedom och aktivitetsstruktur

Olika kommunikationsmedia är olika lämpliga för att hantera osäkerhet respektive oklarhet. Om osäkerhet skall hanteras måste kommunikationsmediet tillåta tillräcklig mängd information; om oklarhet skall hanteras, måste det tillåta debatt och klagörande snarare än bara överföring av stora informationsmängder (Daft & Lengel 1986:559). Avgörande för möjligheten att hantera oklarheter, hävdade Daft & Lengel (1986), är huruvida kommunikationsmediet kan hantera en tillräcklig *kommunikationsrikiedom (information media richness)*. Ett möte (Face-to-Face) har en hög kommunikationsrikiedom, medan t. ex. dokument, standardrapporter och datorkommunikation har låg kommunikationsrikiedom (Daft & Lengel 1984, Clark & Fujimoto 1991).

Detta ramverk används i fortsättningen för att tolka förändringarna i fallet Gamma – ett ramverk som består av (1) kommunikationsmediets rikedom och det nya arbetssättet, samt (2) den nya produktutvecklingslogikens fokus på osäkerhet

respektive oklarhet i relationen mellan interna och externa aktörer. Enligt Daft & Lengel (1984) måste det finnas överensstämmelse (fit) mellan dessa dimensioner om effektiv problemlösning skall kunna erhållas. I Daft & Lengels generella ramverk placeras nu de principiella slutsatserna in för att utvecklingen i fallet Gamma skall kunna tolkas. Siffrorna i figuren (Figur 31) refererar till den kronologiska numreringen av slutsatserna (se Tabell 24 sidan 133). I figuren relateras dimensionen *aktörsstruktur* (variabel i modellen) till dels en *aktivitetsdimension* (osäkerhet/oklarhet), dels en *kommunikationsdimension* (kommunikationsrikedom) över tiden.



Figur 31. Utvecklingen i Gamma i förhållande till kommunikationen och aktiviteternas karaktär

Före den nya produktutvecklingslogiken kombinerades en rik flerfunktionell kommunikation med en arbetsfördelning, där externa parter i allt väsentligt utförde osäkra aktiviteter, vanligtvis tillverkning men också visst ritarbete. Den situationen motsvaras av punkten *Utgångsläge* i Figur 31⁶³. Den första förändringen i kommunikationsstrukturen, införandet av numerisk bas (punkten [1] ovan), innebar,

⁶³ I denna analys antas att Gamma i utgångsläget använde för stor rikedom i kommunikationen med externa produktutvecklingsaktörer i förhållande till den problemlösning som utfördes. Kommunikationssituationen var ej optimal i Media Richness-modellens perspektiv. Detta förklarar placeringen av punkten [Utgångsläge].

att geometri användes istället för en mängd olika funktionella språk, som grund för produktutvecklingsarbetet. När CAD/EDI sedan infördes, blev kommunikationen mellan de olika organisationerna intensiv och geometrin trängde i allt större utsträckning undan övriga språk. Kommunikationsrikedomen minskade därmed för de aktiviteter som ingick i relationen mellan parterna (punkten [2a]). Tolkningen är, att man i punkterna [1] och [2a] befann sig i, eller i närheten av, det effektivitetsområde som stipuleras av Media Richness-modellen. Men parallellt med införandet av nya kommunikationsverktyg ändrades också aktivitetsstrukturen i nätverket. Leverantörer och Partners fick ansvar för Konstruktionsaktiviteten, vilket enligt tidigare diskussion ger oklara problemlösningssituationer och innebar ett större behov av oklarhetshantering i de interorganisatoriska relationerna (punkten [2b]).

Genom förändringen av aktivitetsstrukturen – med externalisering av oklara aktiviteter – hamnade den interorganisatoriska problemlösningen utanför 'effektivitetsområdet'. Rationella antaganden anger då, att Partners och Leverantörer borde behöva kompensera för den nya oklara situationen genom att utveckla en kommunikationsstruktur med högre rikedom (Daft et al 1987, Huber 1990). Den snabba förändringstakten innebar emellertid, att Gamma inte hade möjlighet att utveckla kommunikation med hög rikedom i sin relation med nya Leverantörer och Partners eller med aktörer, som hade fått nya ansvarsområden. I denna situation valde Leverantörer och Partners många gånger att överlåta oklara aktiviteter till en tredje part – Konsulterna – och istället koncentrera sig på de osäkra aktiviteterna. För att kommunikation med hög rikedom skall kunna ske mellan olika organisationer, krävs (bland annat) kontakt under lång tid, så att den interorganisatoriska relationen utvecklas och förtroende byggs mellan parterna (Ring & Van de Ven 1994) och så att ömsesidig förståelse för parternas olika kodifieringsscheman kan skapas (Allen 1977). På kort sikt styr sociala och institutionella faktorer kommunikationssituationen, så att kommunikationsrikedomen inte kan öka (Orlikowski 1992, 1996).

När det nya mediet kom att dominera den gränsöverskridande kommunikation så kommunikationsrikedomen minskade, uppstod i Gammalfallet därför behov av den nya aktiviteten 'Översättning/Anpassning' (punkten [3]). Denna innebar en översättning mellan de olika organisationernas kodifieringsscheman så att tillräckligt hög kommunikationsrikedom kunde upprätthållas i problemlösningsarbetet trots att Leverantörer och Partners inte direkt behövde hantera oklara situationer. De intermedjära aktörerna kom då att medla mellan oklarhet och osäkerhet i utvecklingsarbetet. Denna gränsöverskridande aktivitet kunde enbart utföras av vissa Konsulter vilka redan hade en relation med Gamma och teknikkunskap om EDI, tillsammans med de interna integreringsaktörerna – de Geometriområdesansvariga (punkten [4]).

5.5.2 Den nya informationsteknologins möjligheter i förhållande till produktutvecklingens grundproblem

I teorikapitlet redogjordes för den kritik Media Richness-teorin erhållit för att grundantagandet om förhållandet mellan hög grad av oklarhet och hög kommunikationsrikedom inte gäller för nya informationsteknologibaserade medier (Dennis & Kinney 1998). Kritikerna menar, att en bättre förklaring av mediaval i organisationer erhålls, om man istället fokuserar på de fundamentala funktionerna i det nya mediet och analyserar dessa i förhållande till de specifika problem som man försöker lösa i en viss arbetsuppgift (Dennis & Kinney 1998:270).

Ytterligare förståelse för fenomenet kan erhållas genom att man förflyttar analysnivån ett steg nedåt, från en generell gestaltning av mediaval och arbetsuppgift till en mer specifik analys av kommunikationsmediets fundamentala egenskaper och arbetsuppgiftens särskilda problem. Detta görs i det följande.

Integreringsspråk och feedback som grundfunktion

Tre tekniska funktioner hos informationssystem för tredimensionell produktutveckling bidrar till att förändra problemlösningslogiken: (1) full visualisering av komponenter såväl som hela produktsystemet under utvecklingsprocessen, (2) en digitalt baserad integrering (virtuell packning), som visar hur komponenter förhåller sig till varandra i rymden, och (3) simuleringsmöjligheter, som tillåter många iterationer över tiden av typ 'trial and error' (Baba & Nabeoka 1998). Av dessa funktioner relaterade respondenterna i fallet Gamma ofta till (2) och (3), åtminstone vad gäller de interorganisatoriska aspekterna av kommunikation och användning av informationssystem. De grundfunktioner som de interorganisatoriska informationssystemen på Gamma erbjöd var alltså dels ett *integreringsspråk*, geometri, som kunde användas av alla berörda parter i produktutvecklingen, dels ett *snabbare informationsflöde* mellan interna och externa parter, vilket möjliggjorde snabbare problemlösningscykler i produktutvecklingen. Dessa funktioner relateras nedan till organisationens grundproblem, Integrering.

Integrering som grundproblem

När Gamma valde att överföra teknikutvecklingsuppgiften (Konstruktion) på externa parter, uppstod ett ömsesidigt istället för som tidigare sekventiellt beroende mellan företaget och externa parter. Thompson (1967:54) föreslog, att sekventiellt beroende aktiviteter kan koordineras med planering, medan ömsesidigt beroende kräver dynamiska anpassningar parterna emellan och därför kräver feedback, där parterna kommunicerar sina egna krav och reagerar på motpartens.

Överföringen av konstruktionsaktiviteten på externa parter tvingade Gamma att acceptera, att processen för arbetsuppgiftens utförande inte längre var uniform. Anledningen till överförandet av konstruktionsaktiviteten var, att leverantörerna i större grad – och tidigare i processen – skulle kunna ta hänsyn till sina speciella förutsättningar. Eftersom dessa var unika för varje organisation, blev det naturligt,

att sättet att utföra konstruktionsarbetet skilde sig åt mellan de olika leverantörerna. Skillnaderna accentuerades, genom att Gamma samtidigt inledde relationer med ett antal nya, stora och internationella leverantörer som hade kopplingar till andra systemintegratörer och därmed hade utvecklat arbetssätt, som passade specifikt i de sammanhangen.

Den ökande variationen av beteenden hos aktörerna, i kombination med ökat ömsesidigt beroende i relationerna med varje enskild aktör, innebar, att den totala osäkerheten i förhållande till omgivningen ökade för Gamma (Pfeffer & Salancik 1979:154-55). En ökad interorganisatorisk osäkerhet kan lösas genom ett antal olika osäkerhetsreducerande strategier. En strategi är, att organisationen avgränsar sin kärnverksamhet från omgivningen (Thompson 1967:19). Avgränsning mot omgivningen åstadkoms dels genom att organisationen standardiserar och kategoriserar input, dels genom att man utjämnar variationen, så att organisationen utsätts för osäkerheten i minskad utsträckning (Scott 1998:196). Gamma använde sig av dessa delstrategier i kombination.

Geometrisk standardisering med koppling till IOS

Gamma standardiserade input, genom att de olika funktionella krav som representerade olika organisationers förutsättningar och kunskapsbas abstraherades till geometrisk passform (i den '*Kontinuerliga packningen*'). All input via de interorganisatoriska systemen till Gamma skulle kodifieras i denna uttrycksform. Det var också ett krav på flertalet externa parter, att de skulle anpassa sig till denna kodifieringsstandard. Abstraktion och kodifiering av information leder till att större avstånd kan överbryggas och ger förutsättningar för andra koordineringsformer i organisationers verksamhet (Child 1987, Boisot 1998). Detta gäller för geografiska avstånd men också kulturella sådana (Boisot 1986).

Dessutom vidmakthöll och förstärkte Gamma genom de interorganisatoriska systemen buffertar mot omgivningen, i form av tredjepartsaktörer, 'Teknikkonsulterna'. Dessa utjämnade det ojämna resursbehovet i produktutvecklingsarbetet men kunde också, vilket är viktigare i denna diskussion, utjämna skillnader i uttryckssätt och kompetens. Dels kom skillnaderna till uttryck i det tekniska gränssnittet, där teknikkonsulterna kunde översätta från en tekniklösning till en annan, dels konstituerades de av en bristande förståelse för hur olika funktionella krav (från olika organisationer) kunde integreras och reduceras till den gemensamma kodifieringsbasen, geometri, och även här utjämnade teknik-konsulterna skillnaderna genom att de kunde översätta mellan Gammas och de externa aktörernas olika sätt att kodifiera sitt produktutvecklingsarbete. De interorganisatoriska systemen skapade en möjlighet att kommunicera men också ett behov av att standardisera och kodifiera kommunikationen. Därmed skapades också ett behov av de intermediära aktörerna.

En tredje typ av buffertfunktion, som Konsulterna hade, var att använda kunskapen om hur Gammas utvecklingsprocess fungerade och vart man skulle vända sig för att

definiera och lösa problem. Denna buffertfunktion grundade sig på Konsulternas långa erfarenhet av att arbeta i utvecklingsuppdrag, ledda av Gamma. Många av Leverantörerna/Partners var nya eller hade fått nya uppdragsbeskrivningar, varför deras kunskap i berörda avseenden var begränsad. Eftersom Teknikkonsulterna kom att fungera som länk i problemdefinition och problemlösning var de instrumentella i de oklarhetsreducerande aktiviteterna.

Det nya informationssystemet gav också möjlighet till snabbare feedback mellan interna och externa parter, som framgick av en tidigare del av analysen (se Figur 20). Detta innebar att det ökade behovet av ömsesidig anpassning, när aktivitetsstrukturen omdanades, kunde tillgodoses bättre.

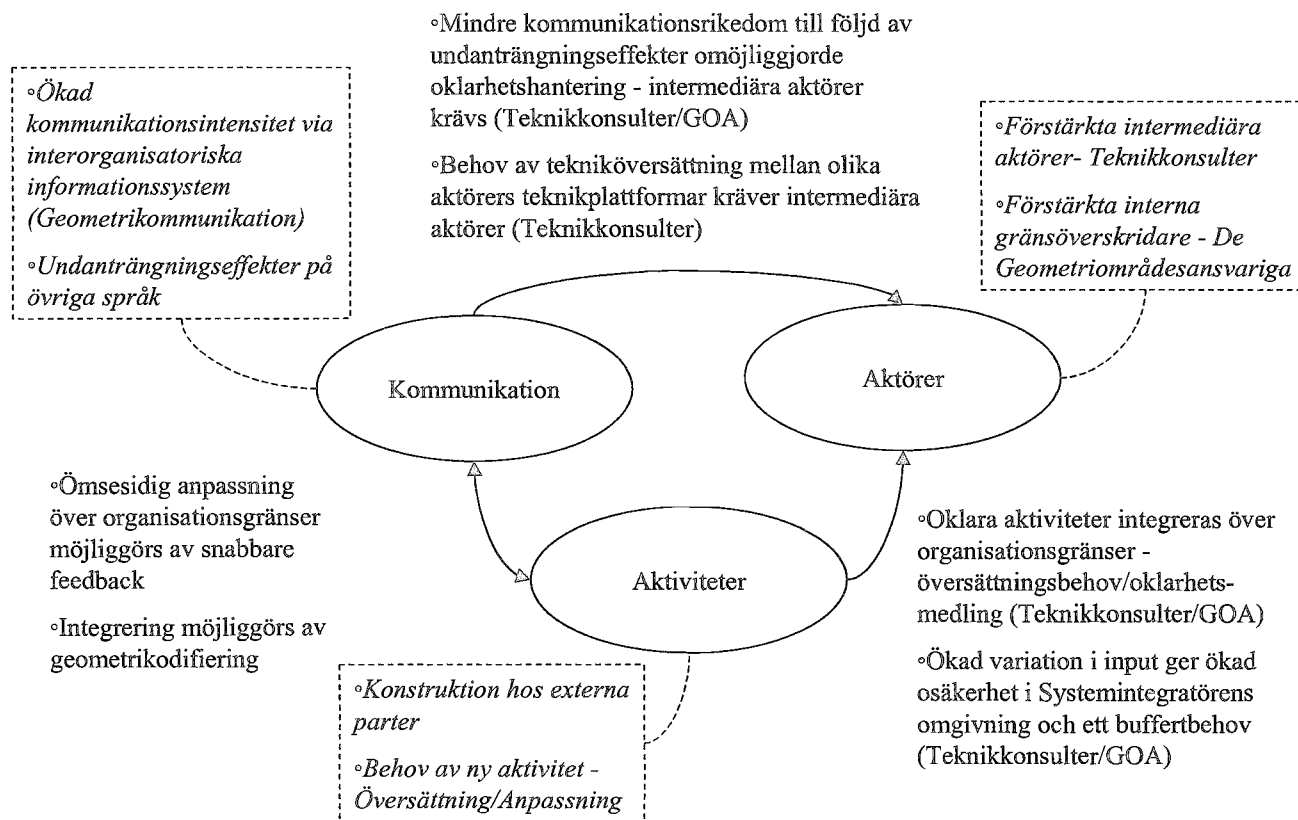
5.6 Interorganisatorisk strukturering vid införande av IOS

Utvecklingen av varje interorganisatorisk strukturdimension och sambanden mellan var och en av dem såsom en följd av parternas agerande kan nu diskuteras i förhållande till undersökningsmodellen, varvid studiens syfte kan uppfyllas, nämligen

att utreda hur och varför förändringar i produktutvecklingssamarbeten kan ske vid införande av interorganisatoriska informationssystem,

Bilden nedan (Figur 32) sammanfattar analysen av hur den interorganisatoriska strukturen utvecklades vid införandet av interorganisatoriska informationssystem i produktutvecklingsnätverket i det undersökta fallet. Den visar dels på förändringar som kunde observeras för var och en av undersökningsmodellens olika dimensioner, dels på sambanden mellan de olika dimensionerna i förändringsprocessen.

Genom användandet av nya interorganisatoriska informationssystem samtidigt som en ny aktivitetsstruktur infördes, försattes 'systemet' i obalans och gavs möjlighet att utvecklas och struktureras. Då förstärktes i Gammalfallet redan etablerade aktörsstrukturer med Konsulter som intermediära parter i produktutvecklingsarbetet. Dessa fick dock delvis nya funktioner, eftersom de med bakgrund i sin långtidsrelation med Gamma kunde hantera oklara uppgifter och samtidigt översätta mellan olika tekniska kommunikationsformat. Internt på företaget förstärktes en ny grupp av aktörer – de Geometriområdesansvariga. Det nya informationssystemet förstärkte geometrikanalen vilket således 'gynnade' framväxten av ett nytt interorganisatoriskt skrä – Konsulter och Geometriområdesansvariga.



Figur 32. Interorganisatorisk strukturering vid införande av nya informationssystem

Ny informationsteknologi i komplex interorganisatorisk produktutveckling – oklarhetsgränser och kommunikation

Samarbetet mellan systemintegratör och externa parter förändrades, när de nya informationssystemen infördes och kommunikationen kodifierades i högre grad som geometri. Aktörer som hanterade geometribaserad kommunikation, blev i samband med detta viktiga som gränsöverskridare. Samtidigt förflyttades ansvaret för konstruktionsarbete ut till externa Leverantörer och Partners. Då ökade behovet av en intermediär part – Konsulterna – för att utföra produktutvecklingsarbete. I det här kapitlet utvecklas en sammanhållen modell, som tolkar förändringen med hjälp av begreppet oklarhetsgräns.

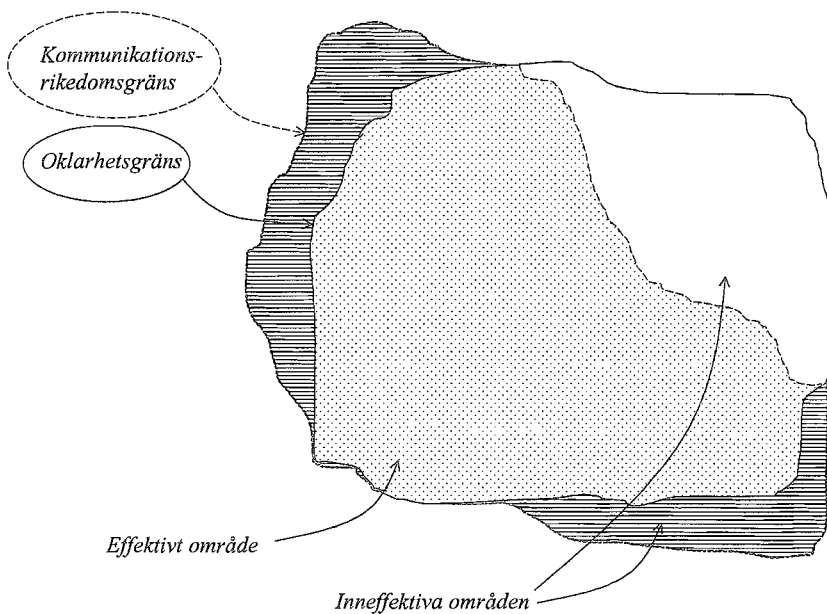
6.1 Kommunikationsrikedom och oklarhetsgränser i interorganisatoriskt samarbete

Oklarhet och osäkerhet användes i föregående kapitel för att analysera problemlösning i produktutveckling. Det konstaterades, att interorganisatoriska relationer i komplex produktutveckling innehåller både oklarhet – t.ex. rörande definitioner och överenskommelser om hur en produkt/komponent skall se ut – och osäkerhet – bl.a. att från en given specifikation ta fram underlag för tillverkning av en produkt/komponent.

Begreppet *oklarhetsgräns* rör relationen mellan oklarhet och oklarhet och används för att beteckna *var i det interorganisatoriska nätverket uppdelning sker mellan aktiviteter som är primärt oklara respektive primärt osäkra*. Oklarhetsgränsen skiljer alltså oklara uppgifter från osäkra. Vi kan nu dra oss till minnes från teorikapitlet och analysens utvidgning, att reducering av oklarheter är en förutsättning för reducering av osäkerhet. Reducering av oklarhet innebär, att de dimensioner eller variabler som är centrala för ett problem fastställs i en social, meningsskapande process, medan osäkerhetsreducering innebär att aktörerna utreder vilka värden dessa variabler skall ha. Beroendeförhållandet mellan oklarhet och osäkerhet gör, att i oklarhetsgränsen översättning, eller medling, måste ske mellan osäkerhet och oklarhet. Givet att medlingen mellan oklarhet och osäkerhet enligt min definition sker vid en gräns, *oklarhetsgränsen*, i aktivitetsstrukturen, följer att denna gräns kan förskjutas mellan olika aktörer efterhand som aktiviteterna flyttas mellan dem.

6.1.1 Rik kommunikation innanför oklarhetsgränsen

Förhållandet mellan gränsen för rik kommunikation – kommunikationsrikedomsgräns⁶⁴ – och oklarhetsgräns åskådliggörs grafiskt nedan (Figur 33).



Figur 33. Kommunikationsrikedom i förhållande till oklarhetsgränsen i nätverket

Hög kommunikationsrikedomen är en förutsättning för att problem, som är oklara, skall kunna hanteras. Därför är rik kommunikation nödvändigt innanför oklarhetsgränsen i nätverket och informationsrika medier måste användas innanför denna gräns. Utanför oklarhetsgränsen kan mindre informationsrika medier användas. För effektiv problemhantering måste oklarhetsgränsen därför omfattas av kommunikationsrikedomsgräns.

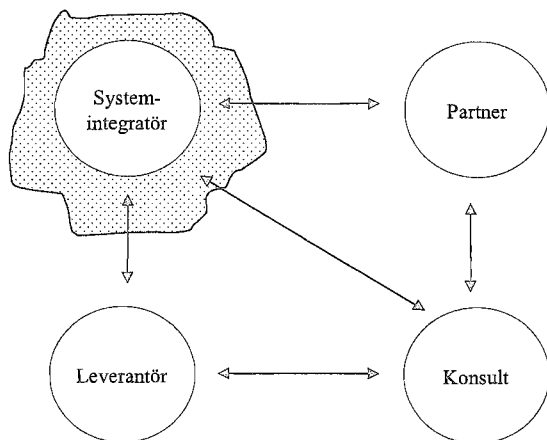
Den heldragna linjen i Figur 33 omsluter det aktivitetsområde (aktivitetsstruktur vid en viss aktörsstruktur) där problemlösningsarbetet primärt måste hantera oklarheter. Den streckade linjen anger området, där rik kommunikation kan ske, dvs. de interorganisatoriska relationer inom vilka rik kommunikation kan ske. Den skuggade delen av figuren symboliserar ett effektivt förhållande mellan kommunikations- och aktivitets/aktörsstruktur. Ineffektivitet kan enligt diskussionen i analysen uppkomma i två fall, dels till följd av att ej tillräckligt rik kommunikation sker vid hantering av oklara problem, dels till följd av att rik kommunikation sker vid hantering av primärt osäkra problem. Den snedstreckade delen av figuren visar på de

⁶⁴ Begreppet kommunikationsrikedomsgräns anger hur långt ut i nätverket, det vill säga med vilka aktörer, systemintegratören kan använda medier, som överför rik information.

fall där kommunikationen är tillräcklig för att lösa oklara problem men där problemlösningen i huvudsak går ut på att ta hand om osäkerhet. Den vitmarkerade delen av figuren visar på situationer, då oklara problem måste hanteras med otillräcklig kommunikationsrikedom. Modellen knyts i nästa stycke an till studiens resultat.

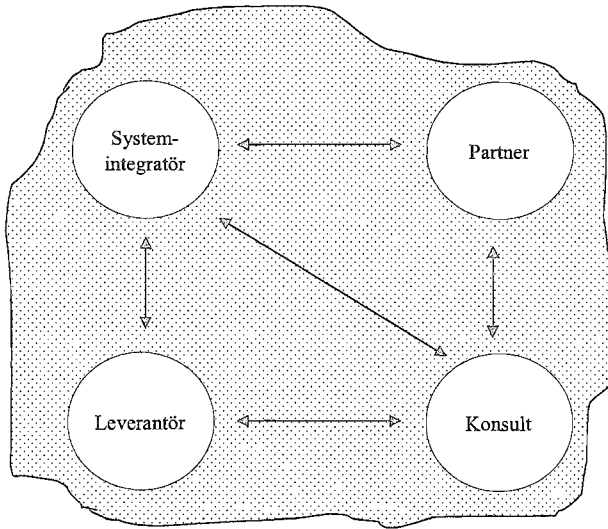
6.1.2 Förändring av kommunikations- och oklarhetsgräns vid användande av ny informationsteknik

I den traditionella produktutvecklingslogiken utförde Systemintegratören merparten av de oklara arbetsuppgifterna. Externa parter bidrog till produkten begränsades till en viss andel av ritningsarbetet men framförallt till tillverkning av komponenter, som överensstämde med de av Systemintegratören färdigställda konstruktionsunderlagen. Funktionsspecifikation och Konstruktion gjordes då av Systemintegratören själv, medan Ritarbete och senare Tillverkning till stor del utfördes av externa parter. Detta innebar att oklarhetsgränsen i den traditionella produktutvecklingslogiken befann sig kring Systemintegratören och medling mellan oklarhet och osäkerhet utfördes av denne. Situationen åskådliggörs grafiskt i Figur 34.



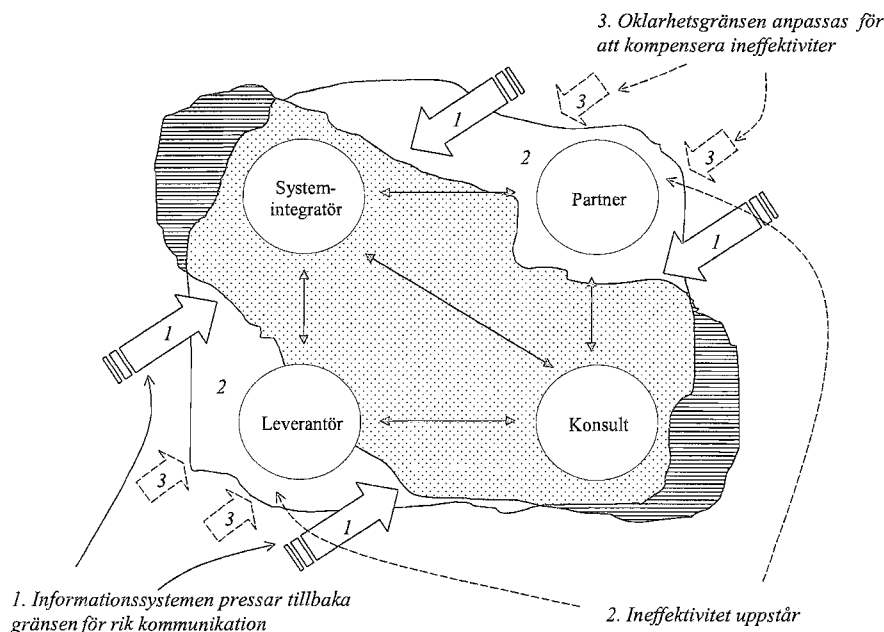
Figur 34. Oklarhetsgränsen i den traditionella produktutvecklingslogiken

I den nya produktutvecklingslogiken ställde Systemintegratören krav på att Konstruktionsaktiviteten skulle utföras av externa parter och implicit också att oklarheter skulle hanteras i de interorganisatoriska relationerna. Den eftersträlvade oklarhetsgränsen flyttades därför ut i nätverket till de interorganisatoriska relationerna (se Figur 35).



Figur 35. Den eftersträlvade oklarhetsgränsen i den nya produktutvecklingslogiken

Samtidigt som oklarhetsgränsen flyttade från den interna organisationen hos Systemintegratören till att omfatta relationen mellan denne och externa parter, minskade i det studerade fallet kommunikationsrikedom i den dagliga gränsöverskridande kommunikationen, när nya informationssystem infördes. Det uppkom då en situation, i vilken oklarheter skulle hanteras med en relativt låg kommunikationsrikedom. Detta medgav inte någon effektiv problemlösning eftersom anpassningen mellan kommunikation och aktivitetsstruktur var dålig. Införandet av nya informationssystem effektiviserade delar av kommunikationen (t.ex. genom att möjliggöra snabb feedback) men verkade som motkraft till en utvidgning av oklarhetsgränsen, eftersom systemet trängde undan rika kommunikationskanaler som inte stöddes av detsamma. När området för rik kommunikation på detta sätt minskade, uppstod ineffektiviteter i kommunikationen mellan somliga aktörer i nätverket. Informationsteknologins påverkan visas nedan (se Figur 36).



Figur 36. Interorganisatoriska informationssystem minskade omfånget på rik kommunikation i produktutvecklingsnätverket

Figur 36 illustrerar hur de nya informationssystemen pressade samman gränsen för rik kommunikation, eftersom kommunikationen mellan parterna i högre grad kodifierades och standardiserades. Att individerna kände sig mer effektiva i det arbete som utfördes med hjälp av kommunikationskanaler, som baserades på ny informationsteknologi medförde att dessa kanaler trängde undan övriga kanaler ([1] i figuren). Ineffektivitet uppstod, där oklara problem skulle hanteras med låg kommunikationsrikedom ([2] i figuren).

Ineffektivitet gav upphov till kompenserande anpassningar genom att aktivitetsstrukturen ändrades – oklarhetsgränsen anpassade sig till de kommunikationsmässiga förutsättningarna (den snävare kommunikationsrikedomsgränsen, [3] i figuren). Detta krävde också anpassningar av aktörsstrukturen. De intermediära organisationerna – Konsulterna – fick ökat inflytande, eftersom de kunde öka den gränsöverskridande kommunikationsrikedomen genom att tillföra en medling mellan oklarhet och osäkerhet. Detta benämndes tidigare 'organisatorisk översättning'.

Fallet tyder alltså på ett samband mellan oklarhetsgränsens placering, vilket kan ses som ett strategiskt val, och utvecklingen av rik kommunikation vilken under lång tid växer fram som en del i relationsbyggandet. Det bör finnas en överensstämmelse mellan oklarhets- och kommunikationsrikedomsgränsen, om problemlösningen skall fungera med existerande aktörsstruktur. Är kommunikationsrikedomsgränsen för snäv för aktivitetsstrukturen (oklarhetsgränsens utbredning) kan produktutvecklings-

nätverket komma att behöva kompensera denna brist genom att ta in intermediära aktörer för medling mellan oklarhet och osäkerhet.

Med hjälp av den beskrivna modellen kan man förstå systemintegratörens strategiska möjligheter att förändra den del av aktivitetsstrukturen där oklarheter måste hanteras, som en funktion av kommunikationsrikedomen systemintegratören utvecklat i relation med sina externa samarbetspartners. Gränsen för rik kommunikation kan pressas tillbaka när ny informationsteknologi introduceras, därför att denna ger undanträngningseffekter på andra kommunikationskanaler genom att standardisera kodifieringen av problemlösningsarbetet till det språk som används i det nya mediet.

Interorganisatoriska informationssystem ger alltså förutsättningar att effektivisera delar av kommunikationen mellan systemintegratör och externa parter i produktutvecklingsarbetet. Genom bl.a. snabbare feedback i kommunikationen, möjliggörs för systemintegratören att lägga ut t.ex. konstruktionsarbete på externa parter och integrera detta interaktivt under produktutvecklingsprocessen. Informationssystemen skapar i detta avseende således en plattform för spridd komplex produktutveckling. Men de interorganisatoriska systemen ger också en lägre kommunikationsrikedom genom att de tränger undan flerfunktionell kommunikation. Eftersom hög kommunikationsrikedom är nödvändigt för att hantera oklara situationer, verkar den lägre rikedomen i det nya kommunikationsmediet som motkraft till utflyttning av oklara aktiviteter, som t.ex. konstruktionsaktiviteten.

Jämförelse med tidigare forskning och diskussion av studiens bidrag

I detta kapitel diskuteras studiens tre huvudsakliga bidrag: (1) att det nya informationssystemet medförde att intermediära aktörer fick ökad betydelse i nätverket, (2) att informationssystemet också framhöll ett visst organisatoriskt språk och därmed angav riktning för strukturförändringen i det interorganisatoriska samarbetet, samt (3) att förändringen av produktutvecklingsupplägget påverkades av förhållandet mellan oklarhetsgränser och förmågan till rik kommunikation, vilket förändrades när det nya informationssystemet togs i bruk. Studien jämförs först i sin helhet med tidigare forskning och de studier som presenterades i inledningen. Därefter diskuteras specifikt de tre huvudbidragen för att belysa på vilket sätt dessa utvidgar kunskapen inom området. Slutligen ägnas intresset åt hur bidragen kan få praktisk nytta.

7.1 Tidigare forskning i förhållande till studien

I stycket om tidigare forskning i avhandlingens inledande kapitel framhölls fyra studier som särskilt närliggande till Gammastudien och i vilka det problem stod i centrum som behandlas i denna, nämligen förändring av produktutvecklingsorganisationens form och funktion vid införande av interorganisatoriska informationssystem (Argyres 1999, Bensaou 1997, Hameri & Nihtilä 1997 och Holland 1995). I det följande jämförs studiernas resultat med dem från Gammastudien för att finna likheter och skillnader, samt diskutera orsaker och möjliga förklaringar till dessa.

7.1.1 Informationssystemens påverkan på koordineringen av produktutveckling

Argyres (1999) studerade vilka effekter användningen av interorganisatoriska informationssystem hade för koordineringen av utvecklingsinsatserna i det amerikanska militärflygplansprojektet B-2, även kallat 'Stealth'.

Författaren drog tre huvudsakliga slutsatser från sin fallstudie: för det första hade informationssystemen en direkt positiv effekt på möjligheterna att koordinera de fyra involverade aktörerna, eftersom kostnaden för att kommunicera (skicka tekniska beskrivningar parter emellan) minskade. I Gammastudien görs liknande

observationer. Den ändrade aktivitetsstrukturen i detta fall, med mer ömsesidigt beroende aktiviteter och en inre ökad kommunikationsintensitet, krävde extern kommunikation och koordinering med sådan snabbhet (i feedback), som kunde erhållas enbart med hjälp av de nya informationssystemen.

En andra slutsats från B-2-studien var, att informationssystemet gav indirekta effekter genom att etablera en 'teknisk grammatik', som i sig underlättade koordineringen. Den ökade standardiseringen minskade behovet av en hierarkisk auktoritet (systemintegratörsroll) för att styra koordineringen.

"The technical grammar, or communication codes, defined by the B-2 systems can be seen as a set of social conventions around which engineers coordinated their activities while acting relatively autonomously." (Argyres 1999:172)

Gammastudien gav ett liknande resultat i och med att informationssystemet fokuserade på geometri som språk i kommunikationen mellan de inblandade parterna. Här skiljer sig dock Gamma från B-2, eftersom behovet av en systemintegratör bestod, även om dennes aktivitetssammansättning förändrades. Geometrifokuseringen medförde en hanterbar koordineringssituation för Gamma då man slapp att översätta mellan olika funktionella språk i den dagliga kommunikationen. Olika aktörers kompetens integrerades istället i form av ett geometriskt resultat. Jag väljer dock att använda analogin språk istället för grammatik, eftersom kommunikationen i Gammafallet reducerades till den gemensamma standarden geometri. I Argyres fall verkade inte informationssystemet ha trängt undan andra funktionella språk utan här handlade det mer om hur de olika funktionella språken skulle sättas samman.

"I draw the analogy between the product definition system and a grammar because the system's rules can be seen as constraints on the ways that the basic building blocks of computer modeling could be combined to create a parts design. The analogy to grammar is closer than to a language, because these basic building blocks – 'words', the units of meaning – were commonly used across the firms in question prior to B-2. Thus the B-2 system standardized not 'words' but the rules according to which the 'words' could be manipulated and combined." (Argyres 1999:171)

En tänkbar förklaring till skillnaden, både i observationer och använda analogier, mellan studierna är antalet aktörer, som involverades i produktutvecklingen. I Gammafallet rörde det sig om hundratals aktörer och en mängd olika språk och problemlösningsprocesser. I B-2 var det fyra huvudaktörer som samarbetade, vilket ger en situation som är mindre variationsrik.

I Gammafallet var standardiseringen av kommunikationen driven av en part, systemintegratören, vilket ger en situation, där kommunikationssystemet återspeglar dennes viljeyttring. I B-2-fallet utvecklades standarden gemensamt av de fyra aktörerna och skulle ta hänsyn till samtligas målbilder. Detta kan ha bidragit till att kommunikationsstandarden fick karaktären av språkregler (grammatik) snarare än språk.

Den tredje slutsatsen Argyres drog är, att informationssystemet möjliggjorde en decentralisering av beslut, eftersom kontrollkostnaden minskade. Informationssystemet underlättade kontinuerlig kontroll av det arbete som utfördes av individer involverade i produktutvecklingen. Därför minskade kostnader för att kontrollera, att alla parter utförde sin uppgift. Behovet av hierarkiska överbyggnader i produktutvecklingssamarbetet minskade därmed, vilket de facto medförde en decentralisering.

Frågan om decentralisering har inte undersökts specifikt i Gammastudien. Däremot relaterar B-2 studiens resultat om 'automatiskt' decentraliserad kontroll till uppbyggnaden av lokala geometriaktörer i varje Systemgrupp på Gamma. Geometriaktörerna i dessa grupper kunde med hjälp av de interorganisatoriska systemen lokalt kontrollera, att varje extern aktör hade nått sin målbild vid varje givet tillfälle. Genom den automatiska geometrikontrollen och virtuella simuleringen fördes resultatkontrollen ut på de lokala enheterna. Därmed skedde en decentralisering av beslut på Gamma, medan centraliseringen bibehölls i förhållande till nätverket, eftersom Gamma även fortsatt var centralaktören. Det skedde ej heller någon standardisering av kommunikationsprotokollet i hela nätverket i Gammafallet och därför minskade inte kostnaderna för kontroll på samma sätt som i B-2. En anledning till skillnaderna i resultat mellan studierna kan härledas till att i Gammastudien definieras aktörsstrukturen genom informationsflödet och erhålls data om en större bredd av aktörer, alltså även om dem som från början valt att inte samarbeta om standarder men som ändå finner sig involverade i intensiv kommunikation, efterhand som projektet fortgår. I B-2-fallet studerades intensivt enbart de fyra huvudaktörerna, som från början valde att tillsammans utarbeta en detaljerad kommunikationsstandard.

I förhållande till Argyres (1999) kan jag i denna studie konstatera:

- Informationssystemen gav ökade koordineringsmöjligheter, eftersom kostnaden för kommunikation minskade. Den ändrade aktivitetsstrukturen med mer ömsesidigt beroende aktiviteter och en ökad inre kommunikationsintensitet i Gammafallet krävde snabb extern kommunikation och koordinering. Detta kunde erhållas enbart med hjälp av de nya informationssystemen.
- I B-2-studien konstateras att informationssystemet etablerade en 'teknisk grammatik', som underlättade koordineringen. Gammastudien gav ett liknande resultat i och med att informationssystemet fokuserade på geometri men behovet av en systemintegratörsroll bestod. Jag valde att använda analogin språk istället för grammatik, eftersom kommunikationen i Gammafallet reducerades till den gemensamma standarden geometri. I Argyres undersökning verkade inte informationssystemet ha trängt undan andra tekniska språk utan där befäste informationssystemet regler för hur de olika funktionella språken skulle sättas samman.
- Informationssystemet minskade i B-2-fallet kostnaderna för kontroll eftersom det möjliggjorde kontinuerlig kontroll av prestationer som aktörerna i produkt-

utvecklingen utförde. Studiens resultat om automatisk decentraliserad kontroll, genom användande av informationssystemet, överensstämde med resultaten från Gammastudien. I Gammfallet förstärkte informationssystemet de lokala geometriaktörernas roll i varje Systemgrupp.

7.1.2 Interorganisatoriska informationssystemens påverkan på graden av upplevt samarbete i produktutveckling

I Bensaous (1997) studie av japanska och amerikanska produktutvecklings-samarbeten inom bilindustrin undersöktes, vilken roll interorganisatoriska system har för den upplevda graden av samarbete mellan leverantörer och systemintegrator.

Bensaou fann skillnader mellan de båda länderna. Användning av informationssystem predicerade signifikant graden av samarbete enbart för de japanska företagen. Den ambitiösa satsning, som gjordes i USA för att utveckla en leverantörsberoende infrastruktur, medförde inte högre grad av produktutvecklingssamarbete med leverantörerna. I Japan däremot, förknippades användandet av interorganisatoriska system i hög grad med sådant samarbete.

Den övergripande slutsatsen författaren drog från denna observation var, att skillnaderna mellan grupperna har en strategisk förklaringsdimension. Medan amerikanska företag investerade för att bygga en aktörsberoende infrastruktur, så att samarbete kunde ske mellan alla aktörer på marknaden, investerade japanska företag i specifika elektroniska partnerskap, där informationssystemen avsågs stödja samarbete inom redan existerande relationer. Strategin för informationssystemen stämde väl överens med den övergripande strategin för samarbetet i respektive grupp. Japanska företag var engagerade i en strategi med 'elektroniska partnerskap', där interorganisatoriska informationssystem stödjer koordineringen med nära partners, medan amerikanska leverantörer arbetade i en elektronisk vidareutveckling av sin marknadsbaserade organisation med relationer på armlängds avstånd mellan leverantör och systemintegrator (Bensaou 1997:119). Införandet av interorganisatoriska informationssystem gav alltså möjlighet till en effektivisering av den rådande samarbetsstrategin, men medförde framförallt vidareutveckling av denna.

Tanken att interorganisatoriska system i sig inte kan deterministiskt bestämma förändringsriktningen i ett socialt system har varit vägledande också i Gamma-studien och de tolkningar av resultaten som görs i detta avseende är samstämmiga med Bensaous övergripande slutsats. När det nya informationssystemet infördes på Gamma, förstärktes utvecklingen i en riktning, som angavs av företagets övergripande samarbetsstrategi – man hade ett nära samarbete med ett begränsat antal leverantörer och partners. Även om antalet aktörer växte kraftigt i kommunikationsdatabasen, var den mest frekventa kommunikationen koncentrerad till ett relativt sett litet antal aktörer och koncentrationsgraden i den interorganisatoriska kommunikationen var i det närmaste oförändrad under den studerade perioden.

Iakttagelserna i Gammastudien skiljer sig dock från Bensaous i ett viktigt avseende. Den rådande samarbetsformen förstärktes inte enbart, den förändrades också delvis, genom att intermediära parter – Konsulter och Geometriområdesansvariga – kom att utgöra en allt viktigare grupp (förändring av aktörsstrukturen) och att aktörerna utförde andra uppgifter än tidigare (aktivitetsstrukturen). Konsulter, som var externa parter med historiskt nära relationer till bolaget, bildade en viktig resurs för samarbete med övriga parter i nätverket. De tog hand om en stor och ökande del av kommunikationen, när de nya informationssystemen togs i bruk i samarbetet och utgjorde också en dominerande grupp bland de kommunikationsaktiva individerna i Systemgrupperna. De var i kraft av sin buffertfunktion emellertid också ett filter för den direkta kommunikationen och samarbetet mellan Gamma och leverantörerna. Kommunikationen dem emellan kom på detta sätt att i själva verket motverkas av kraven på att nya informationssystem skulle användas. Samtidigt som informationssystemet möjliggjorde samarbetet mellan parterna blev de alltså också en motkraft till detta.

Att intermediära aktörer behövdes, har i tidigare analys förklarats med hjälp av kommunikationsteori. Anledningen till att de specifikt kom att utgöras av teknikkonsulterna får i första hand anses vara att de nya informationssystemen blev ett tillfälle till strukturering (allmänt om teknik och strukturering: Barley 1986) i vilket teknikkonsulterna genom sin historiskt förankrade relation med företaget utgjorde en viktig länk till nya aktörer (eller aktörer i nya funktioner) och därför kunde stärka sin roll i nätverket. Det var genom de olika aktörernas handlande som de nya strukturerna växte fram, de var inte på förhand givna. I detta fall innebar agerandet av Gamma och leverantörerna en möjlighet för teknikkonsulterna, som genom att ta stöd i sin under lång tid uppbyggda position i nätverket (förmåga att kommunicera med Gamma och kunskap om konstruktionsaktiviteten) kunde ändra detta till sin förmån. Denna utveckling knyter an till det som Madhavan et al (1998) benämnde nätverksstrukturering, vilket innebär, att en aktör(-skategori) använder sin strukturella position för att förändra nätverket som respons på specifika branschhändelser:

”...interfirm networks are strategic resources that managers design and develop over time in order to meet their objectives. Accordingly, we propose that the structure of interfirm relationship networks change in potentially predictable ways over time and in response to specific industry events ...as participants take opportunity to improve their individual positions in the network.” (ibid. s. 440)

Det nya informationssystemet verkade i Gammafallet ha utgjort en kritisk händelse i branschen och lagt grunden för den utveckling som observerades. Om förändringsriktningen i detta fall var förutsägbar ('potentially predictable') eller ej, är det däremot svårare att uttala sig om. För Gamma var förändringsriktningen uppenbarligen inte förutsägbar, eftersom i företagets målbild ingick ett nära samarbete med utvalda partners. Utifrån studiens undersökningsmodell och med kommunikationsrikedom som analyskoncept, blir förändringsriktningen dock 'potentiellt förutsägbar' (åtminstone i högre grad). I kraft av sin historiska relation med systemintegratören

och till följd av teknisk översättningskapacitet kunde teknik konsulterna förväntas öka sin betydelse, när kraven på snabb förändring ställdes och det nya informationssystemet infördes.

I förhållande till Bensaous (1997) slutsatser kan i denna studie redovisas följande tillägg och nyanseringar.

- På ett övergripande plan förstärktes strategin mot högre grad av samarbete i relationen mellan fokalkaktören och ett fåtal av leverantörerna
- Införandet av nya informationssystem innebar ett tillfälle till strukturering, och det ledde till lägre grad av direkt samarbete med en betydande andel av utvalda samarbetspartners, eftersom intermediära parter gynnades av förändringen.

7.1.3 Användningen av interorganisatoriska informationssystem som kommunikationsmedium i produktutveckling

Hameri & Nihtilä (1997) analyserade i sin fallstudie av ett stort internationellt utvecklingsprojekt som involverade många olika organisationer, hur individer överförde filer med teknikinformation (ritningar, 3D-modeller, testresultat) mellan de olika organisationerna. Författarna kunde dra slutsatser om interorganisatoriska informationssystem, delande av information i interorganisatoriska projekt samt projektledning. De utvecklade två huvudslutsatser och gjorde dessutom ett antal empiriska observationer, som har bäring på Gammastudien.

Hameri & Nihtiläs första huvudslutsats rör utvecklingen av problemlösningsslogiken, när nya informationssystem införs. Med lätt dold besvikelse konstaterade författarna, att informationssystemen i första hand används till att överföra information, medan själva arbetet fortsatt delades upp och utfördes isolerat av respektive organisation.

”The case study clearly indicates, that despite the capabilities to support interactive work in large distributed NPD [New Product Development] projects, the main functions of networked IT seem to be one of information dissemination and sharing” (Hameri & Nihtilä 1997:86)

Verkligt interaktivt arbete skulle enligt författarna inneburi, att de olika aktörerna gemensamt och samtidigt arbetade mot en och samma datormodell. Detta medgavs inte av tekniken.

I Gammastudien kan konstateras att arbetet, som utfördes de flesta gånger separerades mellan organisationerna, varefter resultatet integrerades till en helhet. Detta innebar, på samma sätt som i Hameris och Nihtiläs studie, att de interorganisatoriska informationssystemen användes för att sända information mellan organisationerna snarare än att stödja interaktivt arbete. I Gammastudien observerades en åtskillnad mellan interaktivt arbete, som utfördes i början på varje problemlösningsskvens och vid möten med två veckors mellanrum, och delat arbete, då problemen löstes i respektive organisation och information sändes mellan organisationerna. I det interaktiva arbetet löstes gränsproblematiken (geometriska

gränssnitt), medan det i det delade arbetet utvecklades funktionalitet inom varje avgränsat område.

Hameri & Nihtiläs andra huvudslutsats gäller en utveckling av tidigare studiers gestaltning av produktutveckling som en händelsestyrd aktivitet (Brown & Eisenhardt 1997). Författarna konstaterade ett stöd för denna bild och kunde tillägga:

"Moreover, the case study suggests that the electronic media can be used to enhance both the preparatory work before the milestones⁶⁵ and the information dissemination of the decisions made in the milestones" (Hameri & Nihtilä 1997:86)

De konstaterade också, att det var nödvändigt med noggrann planering och allokering av milstolpar om man skulle kunna utnyttja de elektroniska medierna maximalt.

I Gammastudien gjordes ingen kvantitativ analys av kommunikationsfrekvensen i förhållande till de milstolpar som satts upp i projektet. Däremot framkom det i de kvalitativa intervjuerna, att milstolparna föranledde intensivt arbete inför godkännande och omfattande kommunikationsspridning via de nya informations-systemen, så kallade ritningssläpp. I detta avseende ger Gammastudien stöd till Hameri & Nihtiläs slutsats rörande händelsestyrd kommunikation i det interorganisatoriska produktutvecklingsarbetet.

Den första empiriska observationen, som gjordes av Hameri & Nihtilä, rörde sambandet mellan geografiskt avstånd och kommunikationsfrekvens:

"From a geographical viewpoint, the distances between the host and remote partners seemed not to play any significant role in file transfer frequency. The differences between partners' activities were considered to stem more from their role in the project." (Hameri & Nihtilä 1997: 81)

I Gammastudien utfördes inte någon jämförande analys mellan avstånd och kommunikationsfrekvens, på samma systematiska sätt som Hameri & Nihtilä och därför kan iakttagelsen varken bekräftas eller vederläggas. Det som däremot framgick tydligt i Gammastudien var, att det geografiska avståndet hade ett tydligt samband med samarbetsformerna och framväxten av intermediära parter i aktörsstrukturen. En delförklaring, som gavs till att teknik konsulterna kom att stärka sin roll, var deras funktion som lokal resurs i produktutvecklingsarbetet. Geografiskt avlägsna leverantörer ansågs i större utsträckning anlita konsulter som representanter i arbetsgrupperna än de leverantörer som fanns i omedelbar närhet till Gamma. Denna strukturförändring visade sig inte nödvändigtvis som en minskad kommunikation från arbetsgrupperna till en geografiskt avlägsen leverantör; kommunikationsfrekvensen till denne kunde istället öka. Däremot ändrades

⁶⁵ Milestone el. 'Milstolpe' är en avstämningspunkt i utvecklingsarbetet till vilken man gemensamt bestämt att vissa dokument, ritningar, tester, m.m. skall vara färdiga.

strukturen i Gammalfallet så, att kommunikationen kanaliseras via intermediära parter till den geografiskt avlägsne leverantören.

Den andra empiriska observationen som gjordes av Hameri & Nihtilä rörde kommunikationsreciprociteten mellan fokalaktkören (host) och övriga externa parter. De konstaterade, att under hand som projektet antog allt fastare former (progress) minskade dominansen från fokalaktkören och arbetet blev mer bilateralt (interactive).

” The host shares most of the activities, yet along the progress of the project the transfer of engineering data becomes more and more interactive. The host maintains its governing role, yet the collaborative partners become steadily more active.” (Hameri & Nihtilä 1997:81)

En liknande observation gjordes också i Gammastudien. När företaget 1995 tog initiativet till det nya projektet HX, förändrades kommunikationsreciprociteten så, att fokalaktkören blev dominerande. Efterhand som projektet fortskred, minskade denna dominans och vid den studerade periodens slut var värdet på kommunikationsreciprociteten detsamma som innan det nya projektet sjösattes. Denna variation tolkas i Gammastudien på samma sätt som av Hameri & Nihtilä gjorde i sin studie, dvs. som att initiativen till aktivitet i högre grad togs av fokalaktkören i inledningen av projektet och att arbetet sedan övergick till mer ömsesidigt initierade, interaktiva problemlösningsssekvenser. Det denna studie kan tillägga vad gäller kommunikationsreciprociteten är, att denna inte påverkades då traditionella kommunikationsmedier substituerades av nya interorganisatoriska informationssystem, det som Hameri & Nihtilä (1997) kallade nätverksbaserad IT ('networked IT').

Men även i det interaktiva skedet av projektet hade fokalaktkören en central roll, eftersom reciprociteten i kommunikationen också då dominerades av denne. Vad gäller kommunikationsreciprocitet och dess variationen är Gammastudiens resultat i allt väsentligt samstämmiga med Hameri & Nihtilä (1997). Gammastudien kan i tillägg ge en möjlig förklaring till fokalaktkörens dominerande ställning för komplex produktutveckling. Fallstudien pekade på tekniska beroendeförhållanden som förklaring till att fler meddelande sändes från än togs emot av fokalaktkören. Som 'spindel i nätet' var fokalaktkören tvungen att kontinuerligt uppdatera externa parter, så fort en ändring skedde i en aktörs angränsande delsystem. I en komplex produkt har varje aktör flera angränsade system att anpassa sig till och därför exporterar systemintegratören fler meddelanden än den importerar.

Sammanfattningsvis kan man för resultaten i Gammastudien i relation till Hameri & Nihtiläs studie (1997), konstatera att:

- De interorganisatoriska informationssystemen användes också i Gammalfallet för att sända information mellan organisationerna i delat arbete snarare än för att stödja interaktivt arbete.
- Också i detta fall var den interorganisatoriska kommunikationen händelsestyrd, med projektets milstolpar som viktiga sådana händelser.

- Gammastudien belyste betydelsen av det geografiska avståndet för kommunikationsstrukturen på ett kompletterande sätt. Det geografiska avståndet hade i Gammafallet en tydlig inverkan på samarbetsformerna och framväxten av intermediära parter i aktörsstrukturen. Det geografiska avståndet behövde inte nödvändigtvis påverka kommunikationsfrekvensen men påverkade hur informationen flödade.
- Hameri & Nihtiläs resultat vad gäller kommunikationsreciprocitet överensstämmer med Gammastudiens: fokalaktören hade även i det senare fallet en dominerande ställning och arbetet blev mer interaktivt efterhand som projektet fortgick. Genom Gammastudien kunde tilläggas att kommunikationsreciprociteten inte förändrades, då nya informationssystem infördes. Dessutom kunde här ges en möjlig förklaring, baserad på tekniska beroendeförhållande, till fokalaktörens dominerande ställning för komplex produktutveckling.

7.1.4 Elektroniska hierarkier eller marknader för produktutvecklingsarbete

Holland (1995) knöt an till den övergripande diskussionen om huruvida interorganisatoriska system medför relativt större inslag av marknadsmekanismer än hierarkier för att koordinera ekonomisk aktivitet (Malone et al 1987). Han undersökte effekten av interorganisatoriska informationssystem på strukturen och relationerna i brittisk textilindustri. I undersökningen beskrevs och analyserades strategier och kommunikationsmönster för aktörer, som utgör olika steg i textilindustrins vertikala värdekedja, i syfte att finna samband mellan aktörernas respektive strategier, samarbetsformer (-strukturer) och bruket av informationssystem.

Hollands resultat motsäger uppfattningen om att interorganisatoriska informationssystem allmänt medför minskad resursspecificitet, så att marknadsmekanismer favoriseras framför hierarki.

”Contrary to Malone’s expectation that flexible manufacturing trends such as increased use of CAD would decrease asset specificity (Malone et al 1987), in this case it is integrating further the whole supply chain for the purpose of design” (Holland 1995:128)

Holland menade istället att det undersökta fallet indikerar, att ett användande av interorganisatoriska informationssystem leder till en förstärkning av den existerande ’elektroniska hierarkin’ i industriella branscher.

Samma slutsats kan dras utifrån Gammastudiens resultat. Fokalföretaget sökte här samarbete med ett antal utvalda partners och det var med dessa man ämnade stärka samarbetet genom att utveckla effektiva interorganisatoriska informationssystem. Därför stärktes den vertikala koordinering även i Gammafallet. Studien kan också bidra med ett tillägg till och utveckling av Hollands övergripande slutsats. Informationssystemen ger möjlighet till att fördela aktivitetsstrukturen på annorlunda sätt än tidigare, eftersom koordineringskostnaden blir lägre (Clemons & Row 1992). En ny aktivitetsstruktur, möjliggjord av användandet av nya

informationssystem, utvecklades i förhållandet mellan Gamma och dess externa leverantörer, vilka nu fick ansvar för Konstruktionsaktiviteten. Det var den nya aktivitetsstrukturen med större grad av ömsesidigt beroende över organisationsgränserna, som skapade en förstärkning av den vertikala koordineringen. Den intensiva interorganisatoriska koordinering som nu krävdes förutsatte tillgång till de nya informationssystemen.

En avgörande skillnad mot Hollands studie är förekomsten av de intermediära aktörerna och kopplingen till hur strategin för de interorganisatoriska systemens införande utformades. De intermediära aktörerna utgjorde ett uniformt gränssnitt, tekniskt och arbetsorganisatoriskt, mellan Gamma och en väsentligt mycket mer brokig omgivning. Omgivningen var *tekniskt brokigare* på grund av att Gamma ställde krav på en anpassning till sitt informationssystem samtidigt som det rädde olika standarder i leverantörsledet. Omgivningen upplevdes av Gamma som *arbetsorganisatoriskt brokigare*, eftersom olika externa parter hade olika arbetssätt för att utföra arbetsuppgifterna i den nya produktutvecklingslogiken. I denna situation blev de intermediära aktörerna ett interorganisatoriskt 'kitt', som fick verksamheten att fungera. Men eftersom de också utförde en buffertfunktion medförde de, att Gamma kunde uppleva en i verkligheten brokig skara leverantörer som tämligen homogen. En ny leverantör kunde inleda samarbete med Gamma på ett relativt effektivt sätt jämfört med tidigare. De intermediära aktörerna erbjöd således en potentiell⁶⁶ möjlighet att byta leverantör enklare och till lägre kostnad, än om Gamma valt att (kunna) bygga upp närmare relationer med var och en leverantör. På detta sätt kan intermediära aktörer leda till ökad grad av marknadsrelationer (armslängds avstånd till var och en leverantör) snarare än vertikal integration.

I förhållande till Hollands (1995) resultat kan med stöd av denna studie konstateras:

- Att – i likhet med Hollands studie – införandet av interorganisatoriska informationssystem medförde en förstärkning av (somliga) existerande relationer och därmed ledde till en ökad grad av vertikal integration utan ägarskap. Dock uppstod och förstärktes i Gammalfallet en kompletterande intermediär aktörsstruktur som verkade som motkraft till en ökad integrering mellan system-integratör och leverantör.

7.2 Studiens tillägg till existerande kunskap

Studiens resultat har hittills jämförts med tidigare bidrag utifrån problemformulering, arbetssätt och resultat i dessa. I det följande lyfts istället Gamma-studiens viktigaste resultat fram för att visa vilka självständiga, nya bidrag denna lämnar till kunskapen på området.

⁶⁶ Detta var en möjlighet som inte utnyttjades och det säkerställdes heller aldrig om Gamma var medvetet om den.

7.2.1 Slutsats 1: Framväxten av mellanrumsaktörer för att hantera teknisk och organisatorisk anpassning i problemlösning med nya informationssystem
Studiens första huvudbidrag är kunskapen om att nya informationssystem i produktutvecklingsarbetet gav upphov till en ökad betydelse av intermediära aktörer – fortsättningsvis benämnda 'mellanrumsaktörer'.

För att man skulle kunna kommunicera om olika delsystem i produkten och avväga förändringar dem emellan, kodifierades problemlösningsarbetet i en minsta gemensamma nämnare: geometri. När de nya informationssystemen infördes av fokalkaktören och aktivitetsstrukturen samtidigt ändrades, så att oklarheter måste hanteras i den gränsöverskridande kommunikationen, kompenserade aktörerna i produktutvecklingsnätverket genom införande av nya roller, så att tillräckligt hög kommunikationsrikedom kunde uppnås. Denna förändring härrörde från det faktum att den gränsöverskridande kommunikationen mellan organisationerna i nätverket alltmer standardiserades, när informationssystemen infördes. Den ökade standardiseringen minskade i sin tur kommunikationsrikedomen, vilket stämde dåligt överens med det ökade behovet av att hantera oklarheter i relationerna mellan specialiserade aktörer. För att upprätthålla stabilitet i arbetet under kravet på snabb förändring utvecklades och förstärktes betydelsen av intermediära aktörer, dels externa aktörer i form av Konsulterna, dels interna aktörer i form av specialiserade geometriaktörer. Dessa 'mellanrumsaktörer' blev dominerande som gränsöverskridande kommunikationsaktörer.

I de närliggande bidragen som presenterats tidigare (Argyres 1999, Bensaou 1997, Hameri & Nihtilä 1997 och Holland 1995) återfanns inga diskussioner som fokuserar på uppkomsten eller förstärkningen av mellanrumsaktörer i produktutvecklingsnätverk. Här ger alltså denna studie ytterligare kunskap ur ett antal olika aspekter, som diskuteras i det följande.

Mellanrumsaktörer som en del i produktutvecklingsnätverket

Det primära bidraget vad gäller mellanrumsaktörer är att deras roll förstärktes när nya informationssystem infördes.

Att roller kan uppstå eller förstärkas i aktörsnätverk i samband med att nya informationssystem introduceras har diskuterats allmänt av Fulk och De Sanctis (1995) som menade att informationssystemen kan vara en viktig förutsättning för att skapa fristående, länkande organisationer (interstitial linkages), vilka integrerar aktörer med gemensamma mål men som inte har något samarbete sedan tidigare. Denna typ av länkande organisationer observerades av Monge och Fulk (1995, i Fulk & De Sanctis 1995) i amerikansk kriminalvård, där fristående organisationer byggde upp informationssystem, så att olika kriminalvårdande enheter kunde utbyta information och integrera sitt arbete över organisationsgränserna.

De mellanrumsorganisationer som observerats i Gammafallet skiljer sig från länkande organisationer i allmänhet, som de beskrivits av Fulk och De Sanctis (1995). I det allmänna fallet utnyttjades informationssystemen som verktyg för att

skapa en länk mellan de olika organisationerna. Mellanrumsorganisationerna existerade, eftersom de hade kontroll över dessa nya informationssystem och de behövde inte ha någon historisk relation med de aktörer som de utgjorde en länk emellan. Mellanrumsaktörerna i Gammas produktutvecklingsnätverk förstärktes också vid införandet av nya informationssystem. De hade dock inte kontroll över ett specifikt informationssystem och byggde istället sin rollförstärkning på en historisk relation med systemintegratören. Genom att förstå systemintegratörens krav och kommunikationsbeteende, utifrån tekniska såväl som organisatoriska faktorer, kunde mellanrumsaktörerna utgöra en effektiv bro mellan olika aktörer i produktutvecklingsnätverket.

Förstärkningen av mellanrumsaktörernas roll i Gamma-fallet är intressant att jämföra med avsaknaden av sådana i B-2-fallet (Argyres 1999). I B-2-fallet medförde, enligt tidigare diskussion, standardiseringen av kommunikationen, att en övergripande kontroll- och koordineringsroll inte ansågs behövlig (se stycke 7.1.1 sidan 150ff). Tidigare relaterades detta till Gamma-fallet, varvid konstaterades att Systemintegratörens roll som koordinerande aktör där var oförändrat betydelsefull även efter införandet av nya informationssystem. Det var också Systemintegratören som där ställde krav på och kontrollerade införandet av det nya informationssystemet. Argyres angav standardiseringen av kommunikationsscheman vid införande av informationssystem som förklaring till att någon övergripande koordineringsroll inte behövdes i B-2-fallet. Dock uttalade han sig inte om huruvida det fanns någon som spelade en länkande roll (mellanrumsaktör) mellan de fyra centralaktörerna och de 100-tals aktörer, som befann sig utanför denna kärna. I Gamma-fallet innebar standardiseringen av kommunikationen via ett specifikt kodifieringsschema (geometri enligt Gammas CAD/EDI-standard), att en koordinerande aktör behövdes för att fylla mellanrummet mellan Systemintegratören och de leverantörer, som inte kände till eller kunde anpassa sig till Systemintegratörens kodifieringsschema (jmf. Allen 1977, se också diskussionen i analysen) och krav på att vara fysiskt närvarande hos denne.

Resultaten skulle kunna sägas vara varandras motsatser. De kan dock inte helt och hållet jämföras med varandra, eftersom det inte rör sig om identiska analysenheter. I Argyres fall gällde slutsatserna de fyra huvudaktörerna, i denna studie Systemintegratören och alla inblandade aktörer i produktutvecklingsarbetet. Skillnaderna i resultat kan alltså delvis förklaras av att det i denna studie används en systemavgränsning (det vill säga vilka aktörer som skall ingå i studien) som ges av den faktiska kommunikationen i det dagliga produktutvecklingsarbetet, medan Argyres (1999) i sin studie på förhand avgränsade systemet till de fyra huvudaktörerna, utgående från produktarkitekturen.

7.2.2 Mellanrumsaktörer som en kommunikationskanal mellan systemintegratören och produktutvecklingspartners

Andra delen av bidraget om mellanrumsaktörer är en karaktärisering av den roll som de hade i produktutvecklingsnätverket.

Studien visar på att det mellanrumsaktörerna rekryterades bland dels externa konsulter för teknisk översättning och anpassning till systemintegratörens kodifieringsschema, dels interna aktörer för översättning mellan interna funktionella krav och geometrisk kodifiering för snabb integrering av resultat. Dessa två aktörs-kategorier bildade en kommunikationskanal mellan systemintegratörens egenskapskrav och produktutvecklingspartners teknik- och tillverkningskompetens. Gemensamt för de båda aktörskategorierna var att de kunde översätta mellan den gemensamma geometriska kodifieringsbasen och de olika funktionella språk som fanns på ömse sidor om gränsen mellan intern och extern problemlösning.

Någon karaktärisering av intermediära aktörer gjordes inte i tidigare omnämnda närliggande studier, men väl i andra studier där denna aktörskategori behandlas i mer allmänna termer. Inom den informationssystemrelaterade litteraturen (Fulk & De Sanctis 1995) beskrevs intermediära aktörer till större delen utföra en reläfunktion. Deras uppgifter är att slussa information från en aktör till en annan men också att fungera som ett annonsmedium, där aktörer kan få kontakt med varandra. Denna studies mellanrumsaktörer har en annan roll; i första hand skapar de inte kontaktytor och kunskap om olika aktörers existens utan istället medlar de i redan existerande relationer och integrerar olika aktörers kodifieringsscheman.

Allen (1977) beskrev ytterligare en gränsöverskridande kommunikationsroll i produktutvecklingsorganisationer, i vilken aktörens uppgift är att tillföra information om tekniska lösningar till den interna organisationen. Han identifierade ett antal vad han kallade *technological gatekeepers*, som var särskilt betydelsefulla för att organisationen som helhet skulle tillgodose sitt behov av aktuell kunskap om tekniska landvinningar i omgivningen. Produktutvecklingsorganisationer har, som nämdes i inledningen av studien, också ett annat kommunikationsrelaterat behov, nämligen av kommunikation för integreringen av olika aktiviteter (Allen & Hauptmann 1987). De mellanrumsaktörer som diskuteras i Gamma-fallet är inriktade på att uppfylla detta andra kommunikationsbehov. De interna geometriaktörerna och de externa konsulterna motsvarade, med analogi till Allens (1977) nomenklatur, tillsammans *'integrative gatekeepers'*. De kontrollerade och fördelade information som var en förutsättning för att systemintegratören skulle kunna koordinera det dagliga arbetet. Denna roll kompletterar den av Allen (ibid.) uppmärksammade rollen, vilken stödjer mer långsiktigt inriktat arbete för teknologinhämtningen till produktutvecklingsavdelningen. *Integrative gatekeepers* stödjer det dagliga koordineringsarbetet.

Mellanrumsaktörerna (Integrative Gatekeepers) hade i fallet Gamma följande karakteristik:

- De kunde översätta mellan olika informationssystem (externa aktörer)

- De kunde översätta mellan olika kodifieringsscheman, en process som gick från specifika (funktionella) språk via ett generellt språk (geometri) åter till specifika språk.
- De hade en historisk relation med systemintegratören
- De var fysiskt placerade hos systemintegratören eller hade representanter, som var fysiskt placerade där.

De två sistnämnda karaktärsdragen innebar att mellanrumsaktörerna hade möjlighet till rik kommunikation med systemintegratören, de två förstnämnda, att de kunde medla mellan oklarhet och osäkerhet.

7.2.3 Slutsats 2 : Informationssystem som strukturerande element i inter-organisatoriska relationer

Studiens andra huvudbidrag gäller de mekanismer som sattes i spel, då de nya informationssystemen infördes i produktutvecklingsnätverket.

De närliggande studierna har framförallt tagit fasta på att nya informationssystem sänker kostnader och därmed påverkar förutsättningarna för organisation av ekonomisk aktivitet (Bensaou 1997, Holland 1995) och kontroll av verksamheten (Argyres 1999). Andra, såsom Hameri & Nihtilä (1997), har helt utelämnat frågan om vilka de underliggande mekanismerna till utvecklingen i ett specifikt fall är. I denna studie dras istället slutsatsen, att de nya informationssystemen förstärkte ett specifikt kodifieringsschema, som utgjorde grunden för individernas uppfattning om sitt arbete och därmed också för hur organisationsstrukturerna utvecklades. Den utgör därför ett bidrag till existerande kunskap på området.

Informationssystemet framhöll ett specifikt kodifieringsschema

Den första dimensionen av det andra huvudbidraget är, att informationssystemet medverkade till att framhålla ett specifikt innehåll i kommunikationen. Geometri utgjorde grunden för aktörernas gemensamma kodifieringsschema.

I Gammastudien konstateras att grunden för kommunikation mellan parterna i nätverket var Geometri. Betydelsen av detta integreringsspråk förstärktes vid införande av det nya informationssystemet.

Som tidigare nämnts menade Allen (1977), att olika organisationer har olika sätt att kodifiera sin kommunikation i produktutvecklingsarbetet. En del mer uppenbara skillnader finns, som att man använder olika ord och sätt att uttrycka sig. Också mer subtila skillnader föreligger, i form av inställning till risk, innovationsbenägenhet och historia, vilka också återspeglas i respektive organisations kodifieringsschema. För att man skall kunna kommunicera mellan olika organisationers produktutvecklingsavdelningar, måste någon typ av översättning göras mellan de olika kodifieringsschemana. Norén et al (1995) ansåg att de gränsöverskridande aktörerna i detta syfte ofta standardiserar kommunikation och koordineringssätt mellan organisationerna som komplement till de rent personliga kontaktytorna.

“Interpersonal networks function as a mechanism for coordination of mutual adjustment among companies and are complemented by a standardization of skills (cooperative and communicative) of the network node persons. In both the technological and organizational network system, it is the intermediate communication subsystems that thus 'bond' the network units together.” (Norén et al 1995:117)

Författarna menade alltså, att standardisering är ett sätt för huvudaktörerna att underlätta kommunikationen och aktivitetsdefinitionen parterna emellan. Denna slutsats kan också sägas gälla för Gammastudien, eftersom standardisering var nödvändig för kommunikation mellan alltmer specialiserade aktörer. I det specialiserade produktutvecklingsnätverket ställs integreringsaktiviteten på sin spets, då informationen olika organisationer kommunicerar är särskilt specifik. Sampler (1998) uttryckte detta som att informationen har hög ‘specificitet’⁶⁷ och därför bara kan användas i särskilda sammanhang. För att överbygga den ökade kunskapsspecificiteten i det specialiserade produktutvecklingsnätverket i Gamma krävdes ett standardiserat integreringsspråk – Geometri.

De strukturförändringar som skedde vid införande av nya informationssystem i produktutvecklingen var sammankopplade med att informationssystemet fokuserade på en viss aspekt av produkten – geometrin. Eftersom allt informationsutbyte mellan olika parter i produktutvecklingen innehöll geometriska beskrivningar, som med lätthet kunde skickas mellan parterna blev också dessa beskrivningar basen för hur enskilda individer uppfattade sin arbetsuppgift. Denna aspekt av produkten blev överordnad andra aspekter i de dagliga diskussionerna mellan leverantör och systemintegratören. När informationssystemet infördes, ökade effektiviteten i geometriöverföringen, vilket fick till följd att informationssystemet trängde undan annan typ av kommunikation.

Kodifieringsscheman med hög prioritet påverkade den gränsöverskridande aktörsstrukturen

Den andra delen av det andra huvudbidraget handlar om hur informationssystemet påverkade den gränsöverskridande aktörsstrukturen, genom att det förstärkte ett specifikt kodifieringsschema i kommunikationen.

Det var de aktörer som hade stor kunskap om, eller stor befogenhet att besluta om, just geometriaspekten som lyftes fram i organisationen, såväl inom systemintegratören som i dess externa produktutvecklingsnätverk. Aktörsstrukturen ändrades så, att *geometriaktörer* både fick en mer framträdande internt och en helt ny roll externt inom produktutvecklingsorganisationen.

Förhållandet mellan kodifieringsschema och aktörsstruktur kan jämföras med det som framträder i den generella diskussionen om organisatoriska språk där man menade, att det språk som används inom en organisation speglar hur individer inom

⁶⁷ Sampler (1998) utvecklade specificitet i termer av tids- och kunskapsspecificitet, syftande på kunskap inom ett specifikt tekniskt område.

denna förstår och löser problem (Daft & Wigington 1979). Detta gäller specifikt även för produktutvecklingsorganisationer (Allen 1977). Eftersom ett nytt informationssystem tränger undan vissa kommunikationskanaler, blir följden, att det kan förändra strukturer (förutsättningar för strukturering) genom den kodifieringsbas eller 'organisatoriska språk' det förmedlar. Borg (1996) menade generellt, att informationssystemsbaserad verksamhet genererar ett specifikt språk – ett språk, som kan ersätta viss annan typ av interaktion.

"The digital domain establishes a language of its own, a language that can exist even without the guidance of dialogue and spoken conversation" (Borg, 1996: 60).

Detta gör, att organisationsmedlemmar förstår sitt arbete och de problem som arbetet kan rymma i termer av det kodifieringsschema som informationssystemen kan förmedla. Borg (ibid.) menade vidare att människor skapar en egen föreställningsvärld med informationssystemet som referensram. Detta påverkar, hur nätverket (aktörsstrukturen) upplevs.

"By the use of information technology people are able to create a world of their own...It is the subjective reality of the individual which are influencing how the network appears and how it is perceived" (ibid. s. 54)

Relationen mellan kommunikationsstruktur (media) och aktörsstruktur formas således av det språk som kommunikationssystemet förstärker.

Argyres (1999) konstaterade att införandet av ett informationssystem etablerade en teknisk grammatik (se tidigare diskussion på sidan 150 ff). Den tekniska grammatiken medförde bland annat en minskad kostnad för kontroll. Därmed minskade också betydelsen av hierarkiska överbyggnader. Denna studie kompletterar förståelsen för att nya informationssystem medför etablering av kodifieringsscheman ('grammatik' enligt Argyres) eller det jag valt att kalla språk. I Argyres fall var förändringsmekanismen, att kontrollkostnaden minskade, vilket i sin tur ledde till en de facto decentralisering av kontrollen i organisationen. I Gammastudien visas, att etableringen av geometri som integreringsspråk också påverkade aktörsstrukturen, eftersom förmågan att hantera överföringen mellan geometri och andra funktionella språk ökade i betydelse. De nya informationssystemen gav upphov till en ny typ av organisationsuppfattning bland individerna, som arbetade med produktutveckling. Man tolkade och avvägde händelser utifrån en ny referensram, den geometriska referensramen, som accentuerades av det nya informationssystemet. De aktörer som hanterade den geometribaserade kommunikationen blev därför framträdande i det interorganisatoriska samarbetet. De geometriansvariga tillsammans med konsultfirmorna blev dominerande gränsöverskridande aktörer.

Standardiseringen av kommunikationen styrdes och förstärktes av undanträngningseffekter på de funktionella språken, från de effektivare nya informationssystemen. De möjliggjorde intensiv kommunikation och förstärkte därigenom geometrin som kodifieringsschema. Informationssystemen var därför styrande för den *riktning* i vilken struktureringen skedde.

7.2.4 Slutsats 3: Interorganisatorisk produktutveckling i relation till oklarhetsgränser och kommunikationsrikedom

Studiens tredje huvudbidrag är en sammanhållen modell som klargör förutsättningarna för samarbete i produktutveckling med hjälp av nya informationssystem.

De nya informationssystemen med snabbare feed-back och möjlighet att överföra stora datormodeller elektroniskt gav möjlighet att dela upp aktivitetsstrukturen på ett nytt sätt. Konstruktion av detaljkomponenter kunde utföras av aktörer i systemintegratörens produktutvecklingsnätverk istället för av denne själv och sedan integreras till en helhet med hjälp av elektronisk överföring av produktbeskrivningar och kodifiering av resultatet i form av geometrier. Detta medförde, att gränserna för vad som utgör företagets verksamhet ändrades.

Denna typ av förändringar i gränsdragningen mellan aktörer har i tidigare forskning ansetts vara förorsakad av användandet av ny informationsteknologi. Man har bl.a. förutspått en mindre organisationsstorlek och utsagorna har utgått från en transaktionskostnadsekonomisk teoriram. Malone et al (1987) menade att användande av informationsteknologi leder till lägre transaktionskostnader och därmed favoriserar marknadsrelationer istället för hierarkier. Det som man oftast fokuserat på i dessa analyser är förutsägelsen, att informationsteknologi sänker resursspecificiteten, vilket är ett av de viktigaste transaktionsekonomiska analysbegreppen för att studera ett företags gränser. Så menade Malone et al (ibid.) att som konsekvens av att informationsteknologi reducerar resursspecificiteten, minskar också företagsstorleken.

För att komplettera ovanstående teoriram har jag fört fram en annan dimension av organisationer, specifikt avseende kunskapsintensiv verksamhet, och den kan utgöra utgångspunkt i en fortsatt diskussion om hur företag kan organisera sin verksamhet i förhållande till övriga aktörer. Denna dimension är Oklarhetsgränsen, vilket är ett begrepp som utgår från problemlösningens processens fundamentala behov – rik kommunikation vid hantering av oklarheter. För att man skall kunna utföra komplex problemlösning i samarbete, måste oklarheter hanteras i den dagliga kommunikation mellan olika aktörer. Ett alternativ till transaktionskostnadsteorins sätt att analysera företagets organisationsalternativ är därför att utgå från kommunikationsteorins begrepp om mediets/relationens kommunikationsrikedom i förhållande till de problem som skall lösas i företagets gränsöverskridande aktiviteter.

Gammastudiens tes är, att gränsen för rik kommunikation måste omsluta oklarhetsgränsen. När så inte är fallet, förändras någon av dimensionerna kommunikation, aktörer och aktiviteter så, att en balans mellan dem åter kommer att råda. Studien visar på en situation, där kravet på snabb förändring av aktivitetsstrukturen, vilket utvidgade oklarhetsgränsen, medförde en kompensation i aktörsstrukturen. För att bygga upp rik kommunikation tillskapades därför en omformnings- och filterfunktion – mellanrumsaktörerna. Den nämnda kompensationen tyder på att kommunikationsrikedomsgränserna förändras tämligen

långsamt. Denna iakttagelse kan jämföras med den rådande uppfattningen bland de forskare som hävdar, att kommunikation mellan individer bygger på institutionaliserade 'genrer', vilka utvecklas långsamt över tiden och inte kan transformeras i ett slag (Orlikowski 1992). Kommunikationstrikelgränsen kan därför antas ha möjlighet att utvidgas endast långsamt.

Kommunikationsrikelgränsen ställer alltså upp villkor för hur aktivitetsstrukturen kan utvecklas och kopplar aktiviteternas karaktär till var oklarhet kan hanteras i kommunikationen mellan aktörer i nätverket. Denna diskussion om arbetsfördelning mellan organisationer tar utgångspunkt i arbetets kontinuerliga utförande och kan fungera som komplement till transaktionskostnadsekonomiska utgångspunkter, vilka sätter fokus på enskilda transaktioner och på risken för opportunistiskt beteende i dessa. En analys med oklarhetsgränser som utgångspunkt fokuserar istället på frågan, om det med en given kommunikationssituation är möjligt att utföra arbetsuppgifterna i den dagliga verksamheten när två (eller flera) organisationer samarbetar.

7.3 Studiens praktiska implikationer

I studien utreds ett företagsrelaterat fenomen. Ett av bidragen med en sådan undersökning är, att dess resultat – i tillägg till den vetenskapliga kunskapsutvecklingen – också kan utnyttjas av individer i företag till att bättre förstå och analysera sitt arbete. I det följande tar jag därför upp ett antal förslag till riktlinjer för hur man i ett företag kan och bör agera vad gäller informationssystemsbaserat samarbete i produktutveckling. De normativa råd som presenteras kan visserligen karaktäriseras som spekulativa, men är grundade i studiens resultat. Därför måste givetvis var och en läsare (och aktör i företagen) göra sin egen bedömning av rådets relevans i varje specifik situation.

Riktlinjerna fokuserar på hur en systemintegratör kan bygga upp och hantera sina externa relationer i en tid, då det erbjuds allt snabbare och tekniskt mer avancerade datorkommunikationsmöjligheter.

7.3.1 En ny syn på mellanhänder i elektroniska nätverk

Informationssystemen har ofta setts som substitut för mellanhänder i vertikala kedjor, främst inom distribution och försäljning men även för utvecklingsaktiviteter och produktion. Informationssystem i nätverk har ansetts minska kostnaderna för kontroll och koordinering och därför kapa mellanled.

I denna studie framhålls tvärtom mellanledets stärkta roll och värdeadderande funktion i informationssystemsbaserade samarbeten i produktutveckling. Att integrera externa aktörers resurser via informationssystem kräver ett språk, som kan hanteras med hjälp av systemen; i Gamma-fallet var det geometri men även helt andra språk är tänkbara. Bruket av ett sådant språk förstärker vissa strukturer i det interorganisatoriska nätverket – mellanrumsaktörerna. Dessa skall hantera översättningen

mellan det språk som används i informationssystemet och de specifika språken i de olika organisationerna.

Mellanrumsaktörer fungerar till del som en kanal och ett filter för kommunikation men de ökar också flexibiliteten i nätverket, så att förändringar av arbetsfördelningen mellan parterna kan ske snabbt. Eftersom mellanrumsaktörerna utgör en buffert mot variationen i omgivningen, kan systemintegratören utveckla och genomföra de strategier den önskar. De eventuella överföringssvårigheter som uppstår, när förändringarna skall tas om hand av externa aktörer, hanteras av mellanrumsaktörerna.

För den (systemintegratör, men också andra företag) som tänker sig att förändra sina interorganisatoriska relationer med hjälp av nya datorbaserade informationssystem bör mellanleden ses som en möjlighet snarare än ett problem. De är inte bara en kostnadspost i leveranskedjan, som i effektivitetens namn kan skäras bort. De har också funktioner, som tillför värde. I denna studie har uppmärksammats, att mellanrumsaktörer spelar två viktiga roller i informationssystemsbaserade produktutvecklingssamarbeten, nämligen att (1) översätta mellan olika teknikstandarder samt att (2) översätta och göra anpassningar mellan olika organisatoriska lösningar, dvs. översätta mellan olika kodifieringsscheman och anpassa olika arbetssätt till varandra. Dessa roller byggde på de behov som uppstod när informationssystemen infördes och möjliggjorde en ökad kommunikationsintensitet i varje relation. Då blev skillnaderna mellan Systemintegratören och Leverantörerna transparenta (och hämmande för samarbetet).

Men det finns också en kostnad förbunden med att informationssystemen införs och att mellanrumsaktörernas roll förstärks. Det gemensamma kommunikationsschemat (geometri) och mellanrumsaktörerna som buffert mellan systemintegratören och leverantörerna blir en 'kunskapsbarriär'. Eftersom all kommunikation sker i ett gemensamt, men abstrakt språk⁶⁸, förmedlas inte varje enskild leverantörs specifika förutsättningar och kunskaper i kommunikationen. Standardiseringen av kommunikationen utjämnar skillnader i de olika organisationernas kodifieringsscheman. På motsvarande sätt utjämnar (absorberar) mellanrumsaktörerna all variation mellan aktörernas olika arbetssätt. I en sådan struktur blir det därför inte fråga om att *överföra kunskap* mellan olika aktörer. Snarare är det fråga om att *integrera resultatet* när den kunskap som finns hos de olika, specialiserade aktörerna används. Förutsättningarna för interorganisatoriskt lärande minskar.

Detta kan ge intressanta effekter, om resultaten sätts i ett tidsperspektiv. På kort sikt ger alltså effektivisering av kommunikationen en ökad grad av integrering. Samtidigt leder kodifieringen och abstraheringen av kommunikationen till att djupare och sammanhangsberoende kunskap om teknik- och organisationsförutsättningar inte

⁶⁸ Kodifiering och abstraktion är en förutsättning för att överföring av information överhuvudtaget skall komma till stånd mellan olika individer och organisationer. För en djupare diskussion om sambanden mellan kunskap, kodifiering och informationsöverföring, se Boisot (1998)

överförs mellan parterna. Problemet accentueras, när interorganisatoriska system införs, eftersom de kan förstärka en intermediär part i nätverket. Mellanrumsaktörerna i studien utförde en buffertfunktion och blev i sig en buffert mot kunskapsöverföring mellan övriga parter.

På lång sikt kan detta leda till minskad förståelse för den övergripande problembild som måste hanteras av respektive part, hos systemintegratören såväl som hos de enskilda leverantörerna.

7.3.2 Några sammanfattande råd till en systemintegratör

Det kan tyckas som att resultaten från studien indikerar, att kunskapsproduktion inte alls kan bedrivas i så kallade virtuella företag, dvs. små, snabba enheter, som för varje uppgift sätter samman de bäst lämpade externa aktörerna i nätverk och samarbetar med dem under en kort tid och då kommunicerar i huvudsak med hjälp av nya informationssystem. Var tanken om virtuella företag bara en from förhoppning⁶⁹?

Om man med virtuella företag menar, att aktörer går ut och söker förutsättningslöst efter varandra i informationsrymden, hittar varandra och därefter samarbetar för att lösa komplexa problem, vill jag utifrån studien hävda att det förfarandet troligen är en utopi. Däremot är, anser jag, en annan typ av virtuella företag fullt realistiska, nämligen sådana företag som studien specifikt fokuserat på. Där baserar etablerade företagskonstellationer sitt samarbete på användandet av interorganisatoriska informationssystem och utnyttjar samtidigt möjligheter som då erbjuds till att omfördela aktivitetsstrukturen, så att enskilda aktörers resurspositionerna förbättras. Studien visar att denna typ av virtuella företag existerar och framhäver samtidigt ett antal konkreta lärdomar om hur interorganisatoriska system påverkar samsamarbetsformerna.

Interorganisatoriska informationssystem (IOS) möjliggör en uppdelning av aktivitetskedjor i produktutvecklingsarbete (men även i annan likartad verksamhet) eftersom de underlättar snabb feedback och överföring av stora datormodeller mellan skilda organisationer. Den kodifiering som sker av informationen (i geometri i detta fall) medför, att kommunikationen blir exakt och möjliggör därför snabb daglig koordinering och kontroll av externa aktörers verksamhet och arbetsuppgifter.

Ett IOS förstärker – explicit eller implicit – en kommunikationsstandard på bekostnad av andra i relationen med leverantörerna. Undanträngning av vissa sätt att kommunicera sker eftersom individer i organisationer anser sig vara mer effektiva i sitt arbete när de utför sysslor som stöds av informationssystem.

IOS är bra för informationsöverföring. Det fungerar däremot sämre för interaktivt arbete, när oklarheter skall hanteras, vilket är fallet i komplex produktutveckling. Denna egenskap sätter gränser för hur man på ett effektivt sätt kan fördela arbete

⁶⁹ Se till exempel Davidow & Malone (1992) för en utförlig diskussion om virtuella företag.

mellan aktörer i ett produktutvecklingsnätverk och hur dessa nätverk kan förändras. Skall man samarbeta om aktiviteter, som innehåller oklarheter, måste man ha tillgång till rik kommunikation. Komplex produktutveckling (och en stor del av övrig kunskapsproduktion) innebär, att aktiviteter med hög grad av oklarhet måste hanteras kontinuerligt i det dagliga arbetet. Eftersom kommunikationsförmågan inte kan påverkas utan viss fördröjning, kan inte heller aktivitetsstrukturen i nätverken förändras snabbt. Om man vill ha momentan förändring bör man hantera detta förhållande genom att söka efter andra typer av aktörer, som kan underlätta kommunikationen – mellanrumsaktörer.

Hur gör man då för att i sin egen organisation och sitt eget leverantörsnätverk finna de nödvändiga mellanrumsaktörerna? Effektiva mellanrumsaktörer uppvisar enligt studien vissa utmärkande drag, som kan användas för att identifiera dem. De skall:

1. ha kunskap om de informationssystem som används av olika aktörer och kunna utföra arbete i de olika aktuella informationssystemen (standarderna) samt också kunna översätta mellan olika tekniska språk,
2. känna till, förstå och kunna översätta mellan olika organisatoriska språk och därför kunna fungera som länk mellan olika organisationers kodifieringsscheman (och ett informationssystems standardgränssnitt)
3. ha en historisk relation med centralaktören i nätverket, samt
4. vara fysiskt placerade hos centralaktören eller ha representanter som är fysiskt placerade där.

Dessa egenskaper medverkar till en effektiv gränsöverskridande funktion och kompenserar till viss del snabba förändringar i aktivitetsstrukturerna.

Företag, som kan komplettera sin analys av hur de skall organisera sitt samarbete i utvecklingsverksamheten med kunskap om sambanden mellan kommunikation, aktiviteter och aktörer, har en möjlighet att finna organisationsformer, som fungerar bättre och mer effektivt i det dagliga arbetet. Studien visar på *ett* arbetssätt, som fungerade i ett specifikt sammanhang – mellanrumsaktörerna. Det finns säkerligen andra sätt. Det som är gemensamt för dem alla är dock att det råder balans mellan sättet att kommunicera och sättet att fördela arbetet mellan olika aktörer.

7.4 Granskning av grunderna för studiens slutsatser

Analysen och tolkningarna som görs i studien påverkas av den teoretiska referensram som använts och hur jag som forskare har angripit forskningsuppgiften. Att vissa mönster framhålls i studien beror inte på att de objektivt sett är de 'riktiga' utan på att jag ansett dem vara rimliga och intressanta sätt att förstå de empiriska mönstren. Att forskarens förförståelse och preferenser påverkar tolkningen är oundvikligt (Kvale 1997). Det som dock är viktigt är att diskutera grunderna för tolkning öppet så att läsaren själv kan värdera rimligheten i slutsatser. En stor del av dessa diskussioner återfinns i metodkapitlet och i appendix. I det följande görs en

kritisk granskning av några antaganden som har påverkat vilka resultat som presenterats och hur detta gjordes.

7.4.1 Förhållandet mellan intensitet i kommunikationen och aktivitet i produktutvecklingen

Även om studien är tolkande och den innehåller en stor del kvalitativa data, stödjer jag mig i många slutsatser på den kvantitativa data som samlats in: kommunikations-databasen.

Studien bygger implicit på att det finns ett samband mellan kommunikations-intensitet och aktivitet i produktutvecklingsarbetet. Jag utgår förvisso inte ifrån ett strikt proportionellt förhållande mellan kommunikationsintensitet och aktivitetsgrad i produktutvecklingsarbetet, men jag utgår ifrån att en aktör som kommunicerar mycket också är (någorlunda) aktiv i arbetet. Antagandet bygger på tidigare forskares diskussioner om att sådant förhållande gäller (till exempel Van de Ven 1976 och Brass & Burkhardt 1992. Se appendix för diskussion om hur det kvantitativa materialet behandlas).

Detta förhållande är inte självklart. Det kan vara så att de aktörer, såväl individerna i arbetsgrupperna på Gamma som organisationerna i produktutvecklingsnätverket, som kommunicerar mycket inte utför mer arbete än de som kommunicerar lite. Man skulle till och med kunna anta ett negativt förhållande mellan dessa storheter, för att kommunikationen tränger undan 'egentligt' arbete.

I mitt fall studerades enbart CAD-kommunikation, vilket anses vara den viktigaste arbetsrelaterade kommunikationen för produktutvecklingsarbetet (se appendix för en utförlig diskussion om detta). Därför är det rimligt att anta att denna kommunikation är väl förknippat med det arbete som utförs.

7.4.2 Contingency-ansatsens begränsningar

Det finns ett underliggande antagande i studien, nämligen att det föreligger ett kontinuum, i vilket olika kommunikationsverktyg (struktur, process och olika informationssystem) kan inplaceras i enlighet med sin förmåga att hantera oklarhet och osäkerhet i en kommunikationssituation.

Mot detta antagande kan anföras kritik; contingency-teorin bygger, i någon mening, alltid på objektivitet, dvs. att det finns objektiva alternativ att välja mellan. I informationssystemsfallet skulle det då finnas olika prestanda hos olika kommunikationsverktyg. En annorlunda utgångspunkt är att bedöma alla typer av kommunikationsverktyg som mer eller mindre socialt konstruerade; de betyder olika saker för olika grupper av individer och fungerar därför på olika sätt i skilda sociala sammanhang (se t.ex. Fulk 1993 för en sådan diskussion). Ett e-mail är inte ett e-mail utan blir något specifikt först när det skickas mellan två individer, som förstår innebörden av meddelandet utifrån sin gemensamma relation.

På samma sätt kan man göra gällande att studiens alla CAD-meddelanden betydde olika saker för olika individer och organisationer och att de därmed kunde hantera osäkerhet och oklarhet i olika grad via dessa meddelanden.

Denna kritik går inte att vederlägga utifrån den empiriska studie jag gjort. Jag har helt enkelt inte undersökt, om individer, som kommunicerar CAD-filer, tolkar dessa på olika sätt. Å andra sidan kan man hävda, att integration av alla olika externa parter bidrag mot samma databas fordrar att ett gemensamt och standardiserat tolkningssätt av kommunikationen säkerställts. Ett sådant utvecklades internt mellan olika grupper på Gamma och spreds därefter ut i nätverket. Det är därför sannolikt, att kommunikationen betydde ungefär samma sak för alla berörda, oavsett vem den externe aktören var. Det förefallet dock ha varit så, att enbart vissa typer av budskap tilläts bli inkorporerade i CAD-kommunikationen. Ytterst handlade produkt-utvecklingsarbetet och kommunikationen om geometri – den gemensamma kodifieringsbasen.

7.5 Fortsatt forskning inom området

Mina resultat pekar på att aktörsstrukturen förändrades, så att intermediära aktörer kompenserade brister i kommunikationen mellan parterna, då oklara aktiviteter skulle hanteras över organisationsgränser. Detta resultat har hittills implicit framställts som ett slutresultat, en effekt av införandet av informationssystem i relationerna mellan parterna. Det är naturligtvis bara en del av sanningen, för samtidigt har jag betonat vikten av att se förändringarna som ett led i en pågående struktureringsprocess. Vi kan förvänta oss att processen fortsätter även efter den studerade periodens slut.

Detta reser emellertid två nya frågor: en som rör generalitet och en som rör longitudinell stabilitet. För det första kan frågan ställas, om den intermediära strukturen är ett resultat enbart av Gammas specifika förutsättningar och således en unik struktureringsprocess eller om sannolikheten är hög för att liknande strukturer uppstår i andra fall, när olika organisationer kopplas ihop i elektroniskt integrerade nätverk. Min hypotes är, att intermediära strukturer behövs, eftersom oklarhets-hantering kräver relationer, som byggs upp under lång tid, medan informations-systemen utvecklas snabbt och nyheter inom detta område kan appliceras – och få konsekvenser för kommunikationen – lika snabbt. Ett sätt att verifiera, förkasta eller vidareutveckla en hypotes om intermediära strukturer är, att i en undersökning hantera ett stort antal nätverk i en förändringsprocess och göra en jämförande breddanalys av implementering av nya interorganisatoriska informationssystem i dessa. Vid en första anblick reser en sådan undersökningsmodell problem, eftersom kontrollerade experiment sällan låter sig utföras i organisationernas värld. Men idag erbjuder teknikutvecklingen nyheter i princip samtidigt till alla aktörer och implementeringskonsulter (datakonsulter) försöker i allt väsentligt standardisera arbets-processen, så att deras kundinteraktion bli så likartad som möjligt. Genom att över tiden följa sådana konsultuppdrag skulle man kunna utveckla och pröva hypotesen.

Den andra frågan är, huruvida de intermediära aktörerna utgör en permanent struktur eller enbart markerar ett övergående skede. Det är fullt möjligt att tänka sig, att Gamma och leverantörerna, efterhand som tiden går, lär känna varandra alltmer, trots att konsulterna hanterar den största delen av den dagliga interaktionen och arbetet. Detta kan i så fall leda till en situation av större ömsesidig förståelse och också större möjlighet att hantera kommunikation om oklarheter i relationen. Därmed skulle de intermediära aktörernas värdeadderande efterhand kunna reduceras och strukturförändringen behövas enbart för att få produktutvecklingsarbetet att fungera initialt. Detta är i första hand en empirisk fråga i det specifika fallet och den kan lösas bara genom en fortsatt observation av kommunikationen och en uppföljande intervjuerund. En dylik studie kan vidare tänkas bli kompletterad med eventuella ytterligare fallstudier av sammanhang, där intermediära aktörer etablerats till följd av användandet av interorganisatoriska informationssystem.

Med detta resonemang som bakgrund kan ett tänkbart 'forskningsprogram' ta form, som skulle komplettera denna studie och ytterligare utvidga kunskapen inom fältet. Ett par konkreta förslag på studier är följande:

- En jämförande breddstudie/flerfallsanalys, där de underliggande mekanismerna undersöks i ett flertal fall och där resultaten i form av strukturförändringar jämförs med varandra. Är struktureringen i Gammalfallet unik eller kan vi se liknande mönster i flera andra fall.?
- En uppföljningsstudie på Gamma, som görs med liknande studiedesign som ovanstående. Fokus bör då ligga på att utreda om aktörsstrukturen om efter t.ex. 3 år fortfarande består av mellanrumsaktörer eller om deras medverkande är ett övergående stadium i utvecklingen.

Det är min förhoppning att antingen jag själv eller någon annan, som blivit inspirerad av studiens förhållningssätt och inriktning, kan få tillfälle att sätta den sten i rullning, som jag själv med icke oansenlig möda endast lycka baxa någorlunda i position i början av en förmodad utförsbacke.

8.1 Introduction

As complex products comprise a wide range of technologies, it is often impossible for a single organisation to develop complex products without assistance from its environment. Product development under these circumstances is frequently a joint effort between different organisations – so called *inter-organisational* co-operations. The Systems Integrator, that is the organisation in direct contact with the end customers and the one responsible for developing and assembling the products, typically divides the development project into subsystems for which different suppliers assume responsibility. These subsystems are subsequently integrated into a complete product system.

In this type of co-operative arrangements it is necessary that the systems integrator is a competent co-ordinator (integrator). The challenge is to link efforts from a variety of organisations that all have different, and often contradictory, goals, and different competencies, traditions and procedures. Effective co-ordination and integration between organisations depends on communication. Through communication, the different organisations lay the foundation for mutual adjustment of plans, technical solutions and administration. The more complex the dependence between activities, the more communication is needed to achieve co-ordination.

Communication is dependent on individuals' willingness and ability to reach mutual understanding, but a prerequisite for all sorts of communication is that information is somehow transferred between the communicating parties. Organisations have historically used different technologies for transferring information, ranging from traditional verbal media to computer-based information transfer. Recent developments in information technologies offer new possibilities. One such development is the linking of computing power and telecommunications, forming so called 'inter-organisational information systems', that is computer-to-computer communication between different organisations. These systems have the potential to increase the efficiency of the integration effort between organisations and transform the way these organisations co-operate.

In this study I explore how the forms of co-operation in complex product development can change when inter-organisational information systems are introduced as a core technology for performing activities. How is the communication pattern changed and how are activities deployed across actors in the development network when they are linked together through this new type of electronic information systems?

The study builds on a tradition in product development literature in which external actors' relations to a company's product development department are being discussed (e.g. Allen 1977, Lorenzoni & Lipparini 1999, MacPherson 1998, Ragatz et al. 1997). It develops specific contributions to a discussion, by Argyres (1999), Bensaou (1997), Holland (1995) and Hameri & Nihtilä (1997), of how new information technology can affect the way companies organise their product development in relation to external actors.

8.2 The Product Development Network

Inter-organisational co-operation in complex product development is often described as suppliers' involvement in a systems integrator led development effort (e.g. Bensaou 1997, Clark & Fujimoto 1991, Ragatz et al. 1997, and Smitka 1991). Under these circumstances the development project consists of a central actor – the Systems Integrator – and a number of peripheral actors – the Suppliers. These product development networks have been called 'lead-firm networks' (Lorenzoni & Lipparini 1999) which is also the perspective taken in this study, since it focuses on complex product development projects, usually controlled by a central systems integrator (Clark & Fujimoto 1991).

In these networks the systems integrator's ability to manage external actors in general and its supply chain in specific, has been identified as a crucial success factor (Womack 1991). The supply chain has lately been urged to actively take part in the development of the products they procure (Smitka 1991:83). The systems integrator's product development network therefore today consists of material and component suppliers (Imai 1987) together with engineering firms, prototype specialist, and management consultants (Clark & Fujimoto 1991, Kamath & Liker 1994, MacPherson 1998).

In order to co-ordinate the efforts of these different actors, the systems integrator needs effective communication systems.

8.3 Communication in Inter-organisational Product Development

Communication plays a central role for achieving two critical goals in research and development organisations. First, the organisation must have access to state-of-the-art information on its technology base. Secondly, activities have to be integrated across functional borders when the products that are developed need contributions from several technology areas (Allen & Hauptman 1987). Communication is a prerequisite for achieving this integration.

As stated above, integration of activities, goal number two, is especially critical for complex product development and Cross-functional Integration has been a prominent theme in recent product development research (Clark & Fujimoto 1991). The goal is to take demands from different functions into consideration early on in the development process. Cross-functional Integration calls for cross-functional communication. Cross-functional Integration in an inter-organisational setting

increases the communication needs since activities and technology areas are deployed amongst different organisations (Dess & Beard 1984).

8.4 New Information Systems – Integrating Computing and Telecommunications

Computer based information systems have seen a revolutionary development since their invention in the 1950's. The market potential of IBM's first 'magnetic drum' – a 1950's state-of-the-art main frame with computing power comparable to a modern VHS player – was estimated to be around a handful. As we know today, these estimates had to be significantly revised (Boisot 1998). Personal computers, PCs – an enthusiasts' product when introduced in 1981 – was also estimated to have modest potential, but soon proved to be in strong demand and in 1995 more than 75 million PCs were sold world-wide.

Parallel to this development, the price/performance relation of telecommunications has been sharply improved. Today, long-distance communications and telephony is not considered a luxury of the few but an every-day service belonging to the many, thanks to the recent sharp cut in pricing (Boisot 1998).

During (the latter part of) the 1990s, technology development has been connecting different computers in communication networks. In addition to proprietary computer networks, public telephony networks have been used for linking different computers (Jonscher 1994). This development has been dubbed 'information technology convergence', meaning that computers and telecommunication are seamlessly connected, forming transparent systems (Essler 1998:14-20).

Convergence of information technologies is the basis for inter-organisational systems (IOS), which are the systems increasingly used when communicating in complex development projects performed as co-operation between different organisations.

8.5 The Study and its Purpose

Inter-organisational information systems have frequently been discussed in recent research on how organisations may change form and function (Bakos 1991; Jonscher 1994; Malone et al 1987; Malone & Crowston 1994; Nolan & Croson 1995 in Pickering et al 1995). Many of these studies have defined the research problem as a transaction cost problem (Williamson 1985), often focusing on whether the introduction of an IOS will make the organisation change to using more market-like or stronger hierarchical mechanisms for coordinating its activities (e.g. Allen & Hauptman 1987; Bakos 1991; Croisier 1998; Malone et al 1987, 1989).

However, the explanatory power of transaction cost theory for research on inter-organisational product development has been questioned (Lorenzoni & Lipparini 1999). The theory uses individual transactions as its natural unit of analysis, thus imposing a static view of relations and making less room for a dynamic analysis of

information system related organisational change, a perspective called for by recent research (e.g. Orlikowski 1996). In this study, I therefore define the problem differently, using an alternative frame of reference. The issue of governance structure and the question of market or hierarchy, deals with the number of actors in a specific relation, but also with the *form* of that relation. Not only can the governance structure change, but so can the form of the relations

For a specific type of relation – the co-operation – the form can change when an IOS is introduced. This problem is about change in how work is conducted and how problems are solved, when IOS becomes a core technology in the relation. This means partly a different choice of unit and level of analysis, partly a different focus and definition of organisational form. Focus shifts from an industry constituted by a number of anonymous actors, to relations and co-operation between defined and identified actors. The design of the study shifts from static – based on individual transactions – to dynamic – based on on-going relations. Studies within this tradition have been conducted in the information technology area by for example Zuboff (1988) and Orlikowski (1988) and in the area of inter-organisational product development by Wasti & Liker (1997), Ragatz et al (1997), and Lorenzoni & Lipparini (1999).

Concentrating on the questions mentioned above, the purpose of the study is

to investigate how and why product development co-operation can change as inter-organisational information systems are introduced

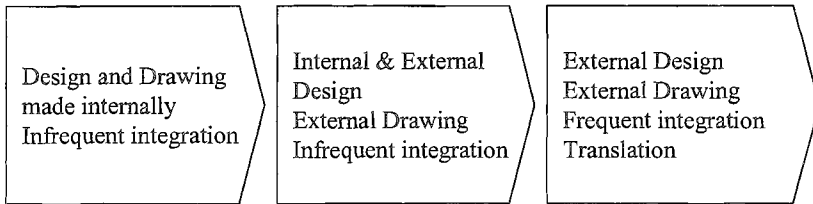
The focus of the study is on how information technology can affect a lead-firm's (systems integrator's) forms of co-operation in product development. The issues studied are what actually changes in such a company's external relations and how these changes are transferred to and translated in the internal organisation.

Three central aspects of inter-organisational change are the point of departure in the study: *communication, actors and activities*. These three structural aspects comprise the product development individuals and groups, tasks and responsibilities as well as communication systems for integrating these tasks. Communication, actors and activities thus form the frame of reference for the empirical study and the subsequent analysis.

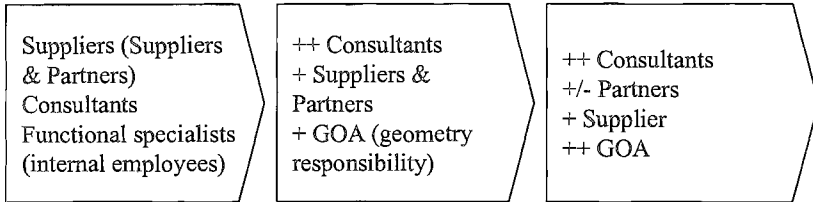
8.6 Results from the Empirical Study

Starting from a set of theoretically-driven preliminary questions in each one of the three main categories *communication, actors and activities*, the longitudinal explorative single case study at the Gamma company establishes a number of observations. These are summarised in each category of the frame of reference below:

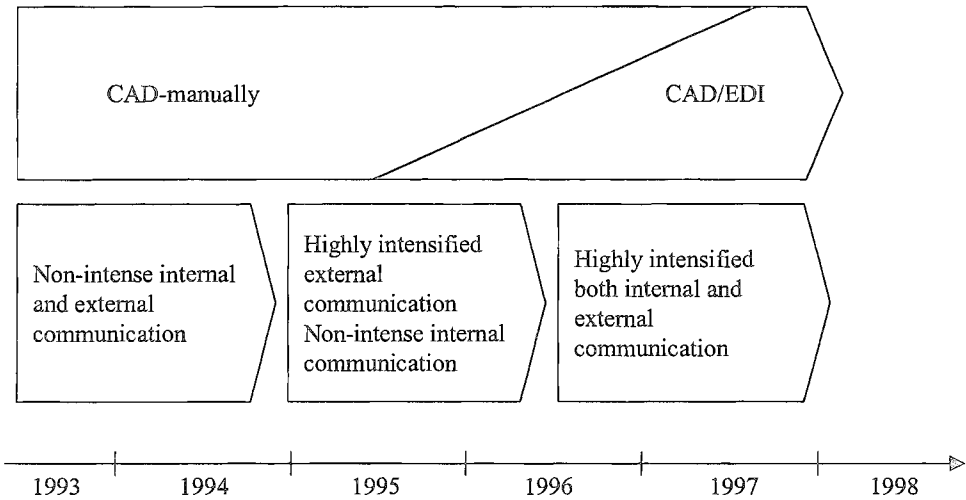
1. Activity Structure



2. Actor Structure



3. Communication Structure



As indicated above, some activities changed content during the study period. The most obvious of these changes was that inter-organisational co-ordination between the parties in the daily activities of the product development projects, increasingly was achieved through communicating only via a geometrical interface. Traditionally, this had been done by means of different and separate communication schemes specific to functions, such as mechanics, hydraulics and electronics. At the end of the study period, all external communication was dealt with under a common 'geometrical umbrella'. Function-related problem solving in one technology area could now be seamlessly integrated with other function-related problem solving, through a common, albeit reduced, language – geometry. The role of this language as

an integrating device was high-lighted when the inter-organisational information systems were introduced.

Other activities changed actors and moved outside of Gamma's company boundaries. Sketching and drawing was no longer done by Gamma, but exclusively by external parties, most frequently by the Consultants (Engineering firms). This change took place at the same time as these drawings (CAD-drawings) became the standard product development integration tool.

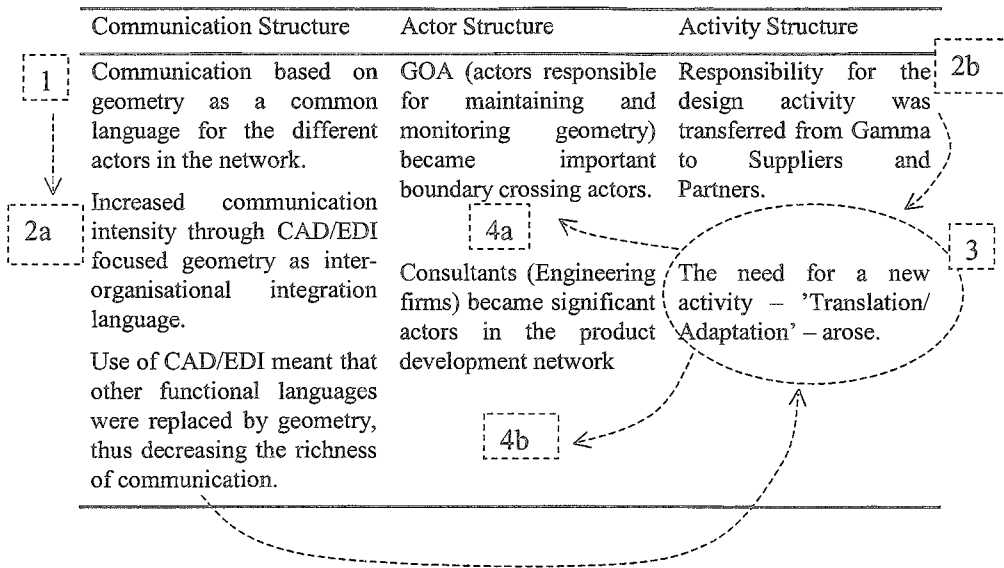
Also, a need for new activities arose. Following the demand by Gamma that all external actors should use the new system – CAD/EDI – for communication, translation between different organisations became necessary. This new activity was not performed by Gamma but by the Consultants who had first-hand knowledge both of how to technically translate between different information systems, and how to integrate results at the Gamma product development organisation.

The actor structure changed in primarily two respects. First, the consultants became central actors in Gamma's product development network, both internally in the Gamma organisation and as stand-alone actors in the network. Second, in the internal product development groups at Gamma a new actor category was created: the 'geometrists', that is those individuals that were responsible for managing geometrical interfaces between different actors and to ascertain that the geometrical borders agreed upon at the outset, never were changed.

The communication structure changed in two important ways at the time when CAD/EDI was introduced. First, the intensity in Gamma's communication with its external product development partners increased. Second, the communication intensity in the internal work at Gamma also increased.

8.7 Analysis and Conclusions

The next step in the study was to analyse the empirical findings in two phases. The first phase established preliminary results regarding how the findings in the three dimensions of the research model related to each other. The results from the preliminary analysis are summarised in the table below:



The second phase of the analysis interprets the preliminary results above using media richness theory (Daft & Lengel 1984) and its extensions. The first step in this second phase of the analysis is to characterise the product development activities in terms of uncertainty and ambiguity (equivocality), a step inspired by Lewis (1998). An activity is *uncertain* if the problem solving process primarily is one of asking questions and receiving information. By adding information to an uncertain activity, the problem will be solved (Tushman & Nadler 1978, Galbraith 1973). However, there are situations in organisations where receiving more information just is not enough for getting the problems solved (Daft & Lengel (1984:557, Weick 1979, 1995:92). These situations are usually referred to as *ambiguous situations*. Such a situation can be defined as a one for which many interpretations co-exist, or where the meaning of a certain interpretation is not well understood. The characterisation of the inter-organisational product development activities in the Gamma case in terms of uncertainty and ambiguity, concluded that the Concept and Design activities are primarily ambiguous, whereas Drawing and Manufacturing are primarily uncertain.

The basic concept in Media Richness theory is that effective problem solving in organisations requires a fit between activity character and communication media (Daft & Lengel 1984). Both leaner and richer media exist, and fit between activity and media means that richer media is used for ambiguous problem solving, and leaner media is used for uncertain situations. The second step of the second phase of the analysis is to use this basic media richness model (MR) for interpreting the preliminary results.

The interpretation made is that the externalisation of ambiguous activities (Design) in conjunction with the fact that the new information system reduced media richness by focusing on geometry only, placed the inter-organisational problem solving

process outside the efficient area predicted by MR-theory. The Suppliers and Partners (now formally responsible for the ambiguous activities) should, according to rational assumptions, compensate by developing richer media with the Systems Integrator (Daft et al 1987, Huber 1990).

However, changing communication patterns in inter-organisational settings must allow for the passing of time (Van de Ven 1994), so that mutual understanding for the different organisations' codification schemes can develop (Allen 1977). The speed of the change process in the Gamma case therefore often forced the Suppliers and Partners to leave the ambiguous activities to Consultants and concentrate only on uncertain activities, translating and adapting to Gamma's ambiguous problem solving rather than directly integrate their activities. This MR-based interpretation is a plausible explanation as to why the Consultant came to dominate the communication when the new information system was introduced.

8.8 Comparison with previous studies

Comparing the results with previous adjacent contributions by Argyres (1999), Bensaou (1997), Hameri & Nihtilä (1997) and Holland (1995), this study can be summed up in the following short-list.

In comparison with the B-2 case of Argyres (1999), this study concludes that:

- As in the B-2 case, the information system gave better possibilities for co-ordination, since the cost of co-ordination decreased. The changed activity structure, including more reciprocal dependence between activities and an increased internal communication intensity, called for expedient external communication and co-ordination. This could be achieved only by the use of the new information systems.
- In the B-2 study one conclusion is that the information system established a 'technical grammar', that helped co-ordination. The Gamma study arrived at similar results in that the information system focused on geometry, which simplified co-ordination, with the exception that the need for a systems integrator role was maintained in the Gamma case. I chose to use the analogy of language instead of grammar, since communication in the Gamma case in fact was reduced to the common standard of geometry. In Argyres's study, the information system did not seem to replace other languages, which was the case at Gamma, but established rules for how different languages should be put together.
- The information system decreased the cost of control in the B-2 case since it became a vehicle for automated monitoring of the actors' deliverables in the product development project. This became a de facto decentralisation, which was paralleled in the Gamma case by the information system's support for the new role 'geometrists' (GOA), a decentralised form of integration control.

In comparison with Bensaou's (1997) study of Japanese and American suppliers, this study makes some additions:

- As for Bensaou, the strategy towards a higher degree of co-operation in the relation between the systems integrator and a few suppliers, was strengthened, but only on a high level of analysis.
- The introduction of the new information system became an occasion for structuring, and led to a lower degree of direct co-operation between a large part of the chosen product development partners, since intermediate actors came to dominate the communication.

In comparison with Hameri & Nihtilä (1997) this study points out that:

- The inter-organisational information systems were also in the Gamma case used to transfer information between the organisations, rather than to support interactive work.
- Also in the case of Gamma, the inter-organisational communication was based on the project's mile stones.
- The Gamma study treated the relation between geographical distance and communication intensity in a complementary manner. In the Gamma case, geographical distance was related to organisational form and the emergence of intermediate parties in the actor structure. In this case, geographical distance did not necessarily affect communication intensity, but was related to the pattern of the information flow in the communication network.
- Hameri & Nihtilä's result in terms of communication reciprocity is corroborated by the Gamma study. The focal actor had also in the Gamma case a dominating position, and work tended to become more interactive in the network, later on in the product development process. The Gamma study's contribution is that communication reciprocity did not change when the new information system was introduced.

In comparison with Holland (1995) this study concludes that:

- Similarly to Holland's study, the introduction of the new information system seemed to strengthen certain existing relationships, and therefore led to an increased degree of vertical integration without ownership. However, in the Gamma case, a complementary intermediate actor structure emerged, which in effect worked against further strengthening of the direct relationships between the systems integrator and the suppliers.

8.9 Unique Contributions of the Study

This section focuses on the three unique contributions of this study. First, the emergence and strengthening of an intermediate actor structure. Second, the information system as an element of structuring. Third, the interpretative model consisting of ambiguity and communication richness borders.

8.9.1 The Emergence and Strengthening of an Intermediate Actor Structure

The first contribution of the study is the finding that the inter-organisational information system formed the basis for a new actor category – the intermediate actors.

Intermediate actors emerged, and their importance was strengthened with the introduction of the new information system. The intermediate actors identified in the Gamma study are separate from this actor group in general, as described by Fulk and De Sanctis (1995). In the general case, links between the intermediate actors and the different organisations, was created *through* the information system. The intermediate actors emerged as a result of their control over a specific information system, and they had not necessarily a historical relation with the incumbent actors in the network. In the Gamma case, the intermediate actors did not have control over a specific information system, but their increasing importance was based on an ability to understand the systems integrator's demands and communication mode, technically as well as organisationally. Having this ability, they became an effective link between different actors in the product development network.

The study shows that the intermediate actor group consisted of both external consultants (Engineering firms) for technical translation and adaptation to the systems integrator's communication scheme, and internal actors for translation between internal functional demands and geometrical codification. By analogy to Allen (1977) the intermediate actors were named '*integrative gatekeepers*' to highlight their central role for integrating day-to-day product development activities. They had the following characteristics:

- They could translate between different information systems
- They could translate between different codification schemes, a process starting in specific (functional) languages via a general language (geometry) ending in a new specific language
- They had an established (historical) relation with the systems integrator
- They were physically located at the systems integrator's facilities or had representatives located there

The last two characteristics gave the integrative gatekeeper the means for rich communication with the systems integrator, the first two an ability to mediate between uncertainty and ambiguity.

8.9.2 The Information System as an Element of Structuring

Geometry increasingly formed the basis for the actors' common codification scheme during the study period. The information system was instrumental for focusing on this specific content of the communication between the different actors.

In the adjacent studies the assumptions are that new information systems decrease costs and therefore change the conditions for organising economic activity (Bensaou 1997, Holland 1995) and organisation control (Argyres 1999). Others, such as Hameri & Nihtilä (1997), have chosen to omit the question of what the underlying mechanisms are for the development in a specific case. In this study I use a different frame of reference and draw the conclusion that the new information systems focused a specific codification scheme that formed the basis for how the individuals viewed their work and thus also for how the structures evolved.

In the Gamma case the geometry was focused in cross-border communication, and geometry actors (GOA and Consultants) were strengthened in their respective role as boundary spanners. The relationship between codification scheme and actor structure can be compared with the general discussion of languages in organisations. The language used in an organisation is considered to mirror the way individuals in the organisation interpret and solve problems (Allen 1977, Daft & Wigington 1979). When a new information system replaces other communication channels, the result is that the system can change the organisation's structures (the bases for structuring) via the language it focuses (Borg 1996).

8.9.3 The Interpretative Model; Ambiguity and Communication Richness Borders

The new information systems offered faster feed-back and possibilities to transfer large data models between actors. As such the systems was the perfect vehicle for a new activity pattern in the product development network, in which more Design work could be undertaken by suppliers. In effect, company boundaries changed.

Change of boundaries between actors has usually been analysed using a transaction cost related frame of reference. Malone et al (1987) hypothesised that the use of information technology leads to decreased transaction costs and therefore to more market-like governance structures. This line of research often focuses on resource specificity and predicts that as information technology is introduced, specificity is reduced and therefore company size will eventually decrease.

To complement this frame of reference I have focused on an alternative dimension of organisations, which hopefully can form the basis for an on-going discussion on how companies can organise with respect to external actors. This dimension is the *Ambiguity Border*, a concept based on the fundamental need of problem solving – rich communication when dealing with ambiguity.

The thesis of the Gamma study is that the *Communication Richness Border* – within which the company has the ability to use rich media when communicating with

external actors – must comprise the ambiguity border. If that is not the case, some of the dimensions: communication, actors and activities, will change to re-establish this balance. The communication richness border defines how the activity structure can evolve by coupling the activity character to where ambiguity can be managed in the communication between actors in the network. This discussion of work deployment and governance structure between actors is based on what needs that have to be fulfilled in order to accomplish day-to-day problem solving, and can function as a complement to transaction cost related research. An analysis based on ambiguity borders focuses on the question whether, given a specific communication structure, it is possible to perform day-to-day activities when two or more actors co-operate.

Olika datakällor som används i studien

Individens upplevelser

Eftersom forskningsfrågan är abstrakt och studien har en explorativ ansats valde jag att genomföra kvalitativa intervjuer. Det är svårt att klarlägga ett abstrakt fenomen genom att enbart observera hur aktörerna agerar⁷⁰. Information om organisationen erhålls förvisso genom att studera hur människor agerar men förståelse för deras handlingar förmedlas och konstrueras i en dialog mellan dem och forskaren (Kvale 1997:13). Således var kvalitativa intervjuer en viktig källa, såväl för realtidsdata som för retrospektiv information och gav möjlighet till reflektion tillsammans med respondenten under intervjun.

Interna och externa dokument

Under intervjuerna rekvirerade jag också interna dokument. Dessa gav en kompletterande bild av händelseförloppet och äldre sådana dokument utgjorde också en källa för historisk information. Eftersom berättelser inte sällan förändras över tiden, utgjorde de historiska dokumenten en viktig motvikt mot eftertänkslöst eftertänkslöst och triangulerade retrospektiva vittnesmål. Vid användande av dessa dokument har jag försökt ta hänsyn till de krav som ställs i etablerad historisk forskning vad gäller källkritik, till exempel m.a.p. textens tendentiösa inslag. Det vore emellertid förmått att säga, att jag här har utfört forskning enligt en godtagbar historisk metod (se till exempel Torstendahl 1966:89-). Det har heller inte varit mitt huvudsyfte, att använda dokument som en central datakälla utan snarare som stöd för den övriga empirin.

Externa dokument såsom tidningsartiklar, externa analyser, böcker, etcetera, används för att komplettera de uppgifter om externa händelser, som lämnats i företagets interna dokument och i intervjuer.

Företagsinterna databaser

En ytterligare källa, är den jag kallar 'data warehousing', dvs. information av olika hög förädlingsgrad, som finns lagrad i företagets interna databaser. Exempel på sådan information är kommunikation mellan utvecklingsavdelningen och externa leverantörer, protokoll förda vid möten om införande av elektronisk samarbete i

⁷⁰ I vissa antropologiskt inriktade organisationsstudier är observation ett viktigt element i metoden, men där innebär 'observation' ett mycket omfattande engagemang från forskaren, i vilket samtalet (intervjun) är en viktig ingrediens, se t. ex. Silverman (1993:32) och Strannegård (1999:56-57)

produktutvecklingen, samt e-mail-kommunikation avseende en omorganisation av central IT-kompetens. Det är alltså frågan om både kvalitativ och kvantitativ data.

Det som, vid sidan av intervjuerna, utgör undersökningens viktigaste datakälla, är databasen för CAD-kommunikation på Gamma. I denna registrerades alla ivägsända och mottagna CAD-meddelande mellan företaget och dess externa samarbetspartners. Här framgick också vilken specifik typ av informationssystem som utnyttjades för ett visst meddelande. Eftersom denna datakälla är viktig i studien och lite 'otraditionell' diskuteras den mer i detalj senare i detta appendix.

Historiska data och realtidsdata

Historiska data insamlades och beskriver processen och innehållet i de förändringar som skett innan 1995. Historiska data respektive realtidsdata exemplifieras för de datakällor studien använder i nedanstående tabell (Tabell 28).

Tabell 28. Olika datakällor och exempel på information

Datakälla	Kvalitativa intervjuer	Interna dokument	Publika dokument	Data warehousing	Externa dokument
Exempel på historisk data	Retrospektiva intervjuer om strat/org/IT och hur de utvecklades 1993-98 eller tidigare	Strategi-dokument, beskrivningar av IT-nätverk	Publika intern-tidningar, årsredovisningar	Användningen av IT för extern kommunikation 1993-98	Tidningsartiklar, böcker, analyser
Exempel på realtids-data	Tolkningar av utvecklingen i realtid 1995-98	Strategi-dokument, beskrivningar av IT-nätverk samt planer för förändring av dessa	Publika intern-tidningar, årsredovisningar	Successiv uppdatering av ovanstående	Tidningsartiklar, böcker, analyser

I det följande stycket följer en djupare diskussion om studiens två huvudsakliga datakällor: intervjuerna och databasen med CAD-kommunikation. Dels diskuteras insamlingsprocessen, dels vilken roll källorna har för studiens frågeställning.

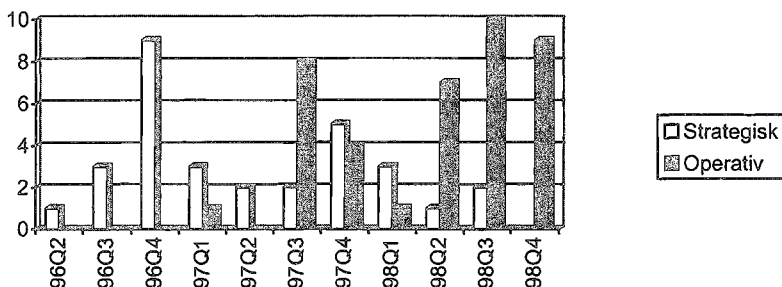
En fördjupad diskussion om intervjuerna

Antalet intervjuer samt organisatorisk inriktning på dessa

Inledningsvis intervjuades personer i företaget på en hög organisatorisk nivå, t.ex. de stabsavdelningar som hanterade informationssystemsfrågor respektive strategifrågor.

Det var här diskussionerna började 1994-95 om företagets framtida inriktning och också här förändringsprojektet inleddes. Allteftersom strategiförändringen implementerades under 1996-98, intervjuades istället respondenter på operativa nivåer för erhålla en bild av hur de planerade förändringar togs emot där.

Sammanlagt utfördes 69 intervjuer. Antalet intervjuer under respektive kvartal och på vilken organisatorisk nivå (strategisk/operativ) respondenterna arbetade, framgår av nedanstående figur (Figur 37)⁷¹.



Figur 37. Intervjufrekvens över tiden, samt intervjuens inriktning

Nedgången i antalet intervjuer 97Q2 och 98Q1 berodde på att jag då utförde preliminära analyser av materialet och reflekterade över vad detta innebar, samt hur jag skulle kunna gå vidare i undersökningen.

Tillvägagångssätt vid intervjuerna.

De första 'strategiska' intervjuerna följde en tämligen öppen struktur utifrån ett schema med tre huvudpunkter: strategi, organisation och informationsteknologi. Beroende på vem som intervjuades poängterades skilda dimensioner. Syftet med detta var att försöka hitta händelser som varit kritiska och genom dessa förstå vilken utveckling bolaget haft och vilken roll IT haft i denna utveckling. Efter ett fåtal intervjuer stod det klart att produktutvecklingen skulle fokuseras. Därför blev 'organisation' då synonymt med 'produktutvecklingsorganisation', särskilt i förhållande till externa parter och IT synonymt med 'IT i produktutveckling', särskilt CAD-överföring till och från externa parter. Detta var en glidande övergång, och de icke helt fokuserade intervjuerna i början kom att tjäna som värdefull bakgrundsinformation för den fortsatta analysen.

Under de operativa intervjuerna ombads respondenterna huvudsakligen att beskriva hur de utförde sina arbetsuppgifter vid intervjutillfället och vad det innebar i form av

⁷¹ En överblick över antalet intervjuer, tidpunkt, respondentens initialer och vilken befattning de olika respondenterna hade vid intervjutillfället, ges i Appendix.

användande av informationsteknologistöd och samarbete med externa parter. Därefter ombads respondenterna att tänka sig tillbaka 5-10 år (beroende på anställningstid) i tiden, för att ge en beskrivning av hur arbetsuppgifterna utfördes vid det tillfället. Nästa steg var, att låta respondenterna analysera förändringar mellan de två tidpunkterna. Först i ett fjärde steg, diskuterades undersökningsmodellen och hur användande av informationsteknologi kunde tänkas hänga samman med, utvecklingen av det interorganisatoriska samarbetet i produktutvecklingsarbetet. Grundregeln var hela tiden, att låta respondenterna själv berätta sin historia och endast avbryta för att följa upp särskilt intressanta spår men även för att hålla intervjun 'levande'. Under intervjun försökte jag få respondenterna, att relatera sin berättelse till konkreta utvecklingsprojekt, enskilda händelser i projekten, specifika informationssystem, strategielement, etc.

Som stöd för intervjuerna utvecklades två semi-strukturerade intervjuguider utgående från undersökningsmodellen – en guide för intervjuerna på strategisk nivå, och en för intervjuerna på operativ nivå. De var inte några strikta frågeformulär utan en struktur för att undersöka frågan och fungerade som checklista under intervjun. Intervjun karaktäriserades av en låg grad av standardisering, eftersom det ej existerade några fasta svarsalternativ och ej heller en på förhand specificerad intervjusituation som var lika för alla respondenter (Trost 1997:19). Intervjumallarna redovisas i det följande.

Intervjumall 1: Intervjuerna på strategisk nivå

De nedanstående punkterna skall inte ses som en agenda utan mer ett stöd av 'bojar' kring vilka samtalet med de olika respondenter flöt. Diskussionen var endast delvis begränsad av den detaljerade frågelistan och kom ofta att röra sig i andra riktningar, beroende på respondentens önskemål. Detta uppmuntrades under intervjuerna för att utforska det unika och intressanta i fallet, snarare än att erbjuda strikta jämförelser mellan respondenter.

INTERVJUMALL 1 – Strategiska intervjuer

Bakgrund

Respondent, tid, plats, namn på organisatorisk enhet

Affärsstrategi

1. Affärsomfång – frågor som rör produkter och marknader

- Vilka är produkterna som produceras?
- Till vilka marknader?
- Hur produkt/marknadsmix förändrats?
- Vilka är konkurrenterna
- Vilka är kunderna?
- Förändring?

2. Distinkt kompetens – de strategiattribut som anses bidra till komparativa fördelar jämfört med konkurrenter?

- Vilken produkt-/varumärkesattribut är kritiska för Gammas framgång på marknaden? Hur har deras roll förändrats?

3. Samarbetsstrategi

- Vilka strategiska samarbeten finns? Vilka existerade år 1990?
- Har innehållet i dessa samarbeten förändrats?
- Vilken roll har leverantörerna i Goodwheels affärssystem? Hur har deras roll förändrats?

4. Teknologiomfång – vilka system som används

- Vilka IT-system används i ditt arbete?
- I vilka avseende har IT-system/-nätverk förändrats?
- I vilken grad/på vilket sätt används IT för att koppla företaget med andra organisationer?

5. IT-struktur – vilka strukturella mekanismer som finns för att få tillgång till IT-förmåga

- Vilka samarbeten finns inom IT-området? Vilka existerade år 1990?
- Vilken internetutveckling sker av IT-stöd för verksamheten? Hur skedde detta år 1990?
- IT-Organisationens struktur och arbetssätt

6. Administrativ struktur – organisationsstruktur, roller och rapporteringsförhållander

- Vilka förändringar har skett i företagets organisationsstruktur?
- Vilken roll har din enhet och hur har den förändrats?

7. Arbetssätt – hur arbetet och därmed associerad information flödar

- Vilka aktiviteter utför din enhet idag? Vilka aktiviteter utförde den 1990?
- Har innehållet i de enskilda aktiviteterna förändrats?
- Vilken information behövs för att utföra dessa aktiviteter? Hur har detta förändrats?
- Vilken informationsoutput generas från denna aktivitet? Hur har detta förändrats?

8. IT, applikationer, data och teknologier

- Hur relaterar denna applikation till applikationer i andra företag? Hur gjordes detta tidigare?
- Används data från andra organisationer? Hur har detta förändrats?
- Används den data som produceras inom enheten i andra organisationer
- Vem utvecklar och underhåller system och nätverk som används inom företaget
- Vilken typ av IT-kunskap innehas i den egna organisationsenhet? Vad finns i företaget? Vad finns utanför? Hur har detta förändrats?

INTERVJUMALL 2 – Operativa intervjuer

Bakgrund

Respondent, tid, plats, namn på organisatorisk enhet

Nutid

Arbetsuppgifter

Beskrivning av pågående uppdrag; hur går konstruktionsarbete till?

- Ansvarsområde/Organisationsplacering

1. Vad gör du som medlem i en Systemgruppp:

- Hur erhöll du ditt pågående uppdrag (eller utgå från ett annat konkret exempel); av vem, när, när klart, hur stort?

2. Hur utförs uppdraget; hur och av vem definieras lösningar (leverantör?)

- Vilka aktiviteter utförs?

- Vilka slutprodukter framställs (ritningar/NUFO, andra typer)

- Vem utför de olika aktiviteterna (leverantör, konsult, Gamma)

3. Hur involveras leverantörerna?

- Vilka uppgifter utför leverantörerna?

- Vilka typer av leverantörer är involverade

- Vilka mekanismer används för att involvera/integrera leverantörerna

IT-stöd

4. Vilka typer av IT-stöd används i samband med PU med leverantörer

- CAD/NUFO-bas; hur används dessa, vilken roll i utvecklingsarbetet?

- Exter (Tele); Hur går det till, till vem, varför?

- Andra typer av IT-stöde (Video, Internet)?

5. Relation som fungerar bra IT-mässigt (exempel)

- Vilken är nyttan i det specifika fallet

- Anledningar till att det fungerar bra?

- Relation som fungerar mindre bra (exempel)

Förändring

Beskrivning av hur ett konstruktionsuppdrag 1998, skiljer sig från ett konstruktionsuppdrag i början på 1990-talet (H095 vs. HX).

Arbetsuppgifter

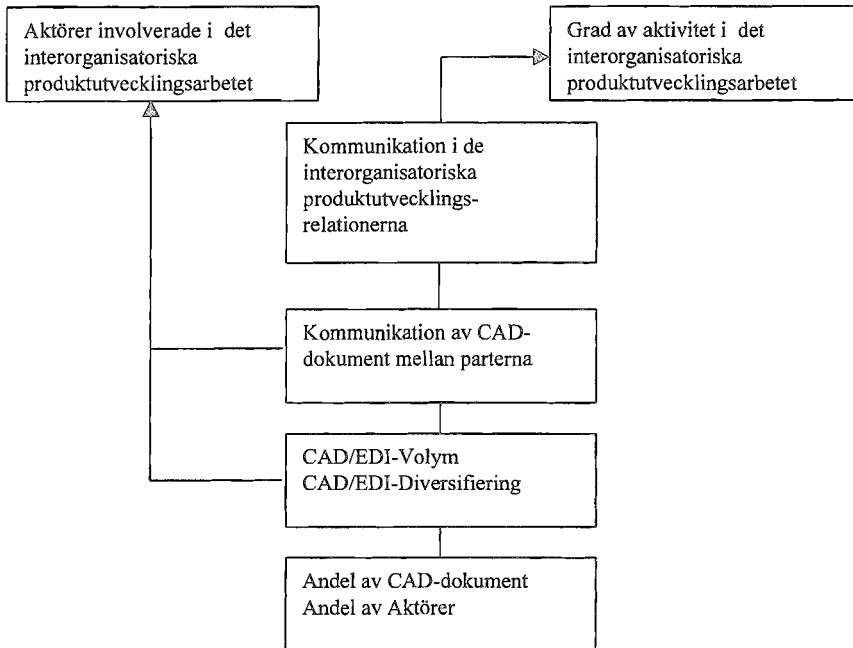
- Hur man erhåller uppdraget
- Hur lösningen definieras?
- Hur leverantörerna kopplas in?
- Vilka aktiviteter Gamma respektive Leverantörer utför?
- Hur Ingenjörskonsulter används?

IT-stöd

- Hur CAD/NUFO-bas används
- Exter (Tele)
- Övrigt IT-stöd

En fördjupad diskussion om användande av CAD-kommunikation som datakälla

Hur CAD-kommunikation används för att studera interorganisatorisk struktur åskådliggörs i följande figur:



Figur 38. Mätning av CAD-kommunikation som indikation på studiens strukturdimensioner

Ovanstående 'mätning' och tolkning av mätningarna ger *en* bild av interorganisatorisk struktur. Denna jämförs sedan med den av individerna upplevda strukturbilden i termer av kommunikation, aktörer och aktiviteter. Dessa bilder av förändringen stämmer i vissa avseenden överens och i andra avseenden avviker dem från varandra. Avvikelser diskuterar för att skapa förståelse för hur den interorganisatoriska strukturen förändras.

Begreppen i figuren ovan (Figur 38) bygger på det mätsystem Masetti & Zmud (1996) har utvecklat för att kunna jämföra olika organisationers användande av nya interorganisatoriska informationssystem. Man mäter alltså EDI-volym, -diversifiering, -bredd och -djup enligt definitionerna i nedanstående tabell (Tabell 29).

Tabell 29. Mätetal för EDI samt tolkningar (efter Masetti & Zmud 1996)

Dimension	Mätparameter	Tolkning
Volym	% av en organisations dokument som befordras via EDI	Intensiteten av EDI-aktiviteter i den undersökta organisationen
Diversifiering	% av en organisations affärspartners som är länkade via EDI	En organisations öppenhet till EDI relationer med sina partners
Bredd	Antal dokumenttyper som befordras med EDI; antal funktioner som använder EDI	Omfattningen av EDI-integration och utbyte inom organisationen
Djup	% av EDI-länkarna inom varje djuphetsgrad ⁷²	De externa elektroniska relationernas natur; organisationsgränserna öppenhet

I studien används Masettis & Zmuds mätetal och tolkningar på följande sätt:

(1) 'EDI-volym' i tabellen ovan står för andelen dokument som befordras via EDI, alltså i vilken grad en organisation har implementerad EDI-teknik i sina interorganisatoriska relationer. Detta ingår i studien, men är inte det som fokuseras primärt. Däremot studeras ett annat volymmått över tiden, volymen CAD-meddelande som överförs när EDI införs. Kommunikation i en interorganisatorisk relation kan mätas som riktning och intensitet (Van de Ven, 1976). Riktning på informationsflöden beskriver beteendemönstret hos de interagerande parterna. Intensiteten i dessa flöden beskriver graden av aktivitet i det sociala aktörssystemet. Variabiliteten hos resursflödena och andelen nedtecknad information i förhållande till face-to-face (individa och grupp) är indikatorer på hur pass rutinartad aktiviteten i den interorganisatoriska relationen är. Genom att mäta intensiteten och riktningen hos informationsflödena i interorganisatoriska relationer, kan man identifiera och kvantifiera koalitioner som kanske skiljer sig åt i antalet och styrkan i länkar, från löst till tätt sammanknutna koalitioner inom det övergripande 'nätverket' (Van de Ven 1976). Aktörer som är centrala i ett kommunikationsnätverk har tillgång till och kontroll över information och är därmed potentiella maktcentra (Brass och Burkhardt 1992:198).

Hur den totala volymen av CAD-meddelande utvecklades över tiden beskriver i studien således intensiteten i relationen mellan olika kommunikationspartners. En sådan operationalisering stöds dels av kommunikationsnätverksanalys (Rogers & Kincaid 1983), dels av forskning inom interorganisatoriska relationer (Van de Ven

⁷² Djuphetsgrad refererar till nivåerna på EDI-samarbete mellan två olika organisationer: filöverföring, applikation-till-applikation, och kopplade arbetsmiljöer

1976) och har tidigare använts empiriskt inom produktutvecklingsrelaterad forskning (Wasti & Liker 1997, Hameri & Nihtilä 1997)⁷³

(2) Andelen externa parter som är länkade till organisationen via EDI, och särskilt hur detta utvecklar sig över den studerade tiden, är ett viktig mått på hur implementeringsarbetet av EDI utvecklade sig. Det är också viktigt att jämföra andelen uppkopplingar (aktörer) mot antalet EDI-meddelande eftersom detta ger en indikation på om de senast tillförda länkarna adderade kommunikationsaktivitet på marginalen. Detta ger i sin tur en bild av om olika partners är lika benägna att använda EDI för att öka kommunikationshastigheten i produktutvecklingsarbetet.

(3) EDI-bredd är i fallet CAD/EDI lika med 1. Studien försöker inte mäta denna parameter utan koncentreras sig på de EDI-aktiviteter som försiggår inom produktutvecklingen. Därför är det endast en typ av dokument som är intressant: CAD-dokument.

(4) Vad EDI-djup anbelangar kan man hävda att standardiseringen av överföringssättet gjort att just CAD-EDI tillhör nivå 1 eller 2. Graden av djup och hur detta åstadkommes studeras.

Stabilitet i CAD-kommunikationens innehåll

Om innehållet i den information som överförs är stabilt under studieperioden underlättas tolkningen av resultaten. Denna aspekt blir viktig när studien, som i detta fall, utsträcks betydlig i tiden. Även om det objektiva innehållet i information inte ändras kan dess sociala betydelse ändras. Det går aldrig att komma ifrån att det finns en social betydelse som kringgärdar den objektiva informationsinnehållet (Fulk 1993) och att denna tolkning ändras med tiden. Det är svårt i en studie som den här fastställa om tolkningen av en CAD-modell görs lika 1995 som den görs 1998, men det är ett antagande att så är fallet.

⁷³ Wasti och Likers (1997) motiv till att använda kommunikationsfrekvens som ett mått på graden av samarbete i produktutveckling, ligger i en koppling till transaktionskostnadsekonomi: i marknadsliknande relationer är köparna intresserade enbart av en minimal mängd information, till exempel om priser, produktspecifikationer, leveranstider, etcetera; när man rör sig från marknad till hierarki blir köparen mer intresserad av annan och mer detaljerad information. Därför, menar författarna, att förekomsten och graden av kommunikation mellan olika delar av köpar- och leverantörsföretaget indikerar nivån av samarbete mellan dessa parter. Denna utgångspunkt bekräftas också i den empiriska delen av studien, där det konstaterades att en lägre konkurrensnivå i leverantörsledet (det vill säga en eller ett fåtal leverantörer till en komponent och därmed en högre grad av tillit till en partner) parades med en högre grad av kommunikation mellan köpare och leverantör.

Figurförteckning

FIGUR 1. JÄMFÖRBAR KOSTNAD FÖR INFORMATIONSBEARBETNING (BOISOT 1998).....	10
FIGUR 2. JÄMFÖRBAR KOSTNAD FÖR ETT 3-MINUTERS SAMTAL MELLAN LONDON OCH NEW YORK 1930-1995 (BOISOT 1998)	11
FIGUR 3. PROBLEMMOMRÅDET OCH RELATERADE TEORIER.....	23
FIGUR 4. TYPISKA INFORMATIONSLÖDEN MELLAN SYSTEMINTEGRATÖR OCH LEVERANTÖR VID OLIKA TYPER AV INTEGRERINGSLOGIK (EFTER CLARK & FUJIMOTO, 1991).....	30
FIGUR 5. KONVERGENSMODELLEN AV KOMMUNIKATION.....	34
FIGUR 6. UNDERSÖKNINGSMODELLEN	43
FIGUR 7. ANVÄNDNING ÖVER TIDEN AV DE OLIKA DATAINSAMLINGSMETODERNA	53
FIGUR 8. ÖVERSIKT ÖVER PROJEKTAKTIVITETER I PROJEKT HX	70
FIGUR 9. FLÖDET AV CAD-UNDERLAG I PROJEKT HX.....	71
FIGUR 10. ÖVERGRIPANDE AKTIVITETSSEKVENSS PÅ GAMMAS PRODUKTUTVECKLING FÖRE OCH EFTER INFÖRANDET AV CAD/EDI.....	73
FIGUR 11. TOTAL CAD-KOMMUNIKATION I PRODUKTUTVECKLINGSNÄTVERKET 1993-98	76
FIGUR 12. KOMMUNIKATIONSRECIPROCITET 1994-98, CAD-MANUELL OCH CAD-EDI.....	81
FIGUR 13. KOMMUNIKATIONSINTENSITETEN PER ANSTÄLLD PÅ GAMMAS PRODUKTUTVECKLINGSAVDELNING ÅREN 1993-98.....	82
FIGUR 14. KOMMUNIKATIONSFLÖDET I FÖRHÅLLANDE TILL RITNINGSDATABASEN I DET INTERNA PRODUKTUTVECKLINGARBETET	85
FIGUR 15. KOMMUNIKATIONSSTRUKTURENS UTVECKLING I PRODUKTUTVECKLINGSNÄTVERKET	86
FIGUR 16. ANTALET CAD-MEDDELANDEN UPPDELAD PÅ OLIKA AKTÖRSKATEGORIER I PRODUKTUTVECKLINGEN (CAD-MANUELL OCH CAD-EDI).....	91
FIGUR 17. KOMMUNIKATIONEN UPPDELAD PÅ OLIKA AKTÖRER I PRODUKTUTVECKLINGEN (ENBART CAD/EDI-KOMMUNIKATION).....	94
FIGUR 18. AKTÖRSSTRUKTURENS UTVECKLING I PRODUKTUTVECKLINGSNÄTVERKET	101
FIGUR 19. FÖRÄNDRING AV AKTIVITETSSTRUKTUREN I FÖRHÅLLANDE TILL KOMMUNIKATIONS- OCH AKTÖRSSTRUKTUREN.....	109
FIGUR 20. RIKTNING PÅ KOMMUNIKATION MED EXTERNA PARTER: FÖRÄNDRINGSTENDENS I FALLET GAMMA.....	112
FIGUR 21. TIMING I KOMMUNIKATIONEN MED EXTERNA PARTER: FÖRÄNDRINGSTENDENS I FALLET GAMMA.....	114
FIGUR 22. KOMMUNIKATIONSFREKVENSS MED EXTERNA PARTER: FÖRÄNDRINGSTENDENS I FALLET GAMMA.....	114
FIGUR 23. FÖRHÅLLANDET MELLAN INTERN OCH EXTERN KOMMUNIKATIONSFREKVENSS OCH INFÖRANDE AV CAD/EDI.....	115
FIGUR 24. KOMMUNIKATIONSRIKEDOM I KOMMUNIKATION MED EXTERNA PARTER: FÖRÄNDRINGSTENDENS I FALLET GAMMA	119
FIGUR 25. AKTÖRSSTRUKTUREN FÖRE INFÖRANDET AV NY INFORMATIONSTEKNOLOGI.....	121
FIGUR 26. AKTÖRSSTRUKTUREN EFTER INFÖRANDET AV NY INFORMATIONSTEKNOLOGI	122
FIGUR 27. BEHOV AV INTERMEDIÄRA AKTÖRER SOM EN FUNKTION AV TEKNISK OCH ORGANISATORISK ANPASSNING OCH ÖVERSÄTTNING	125
FIGUR 28. FRAMVÄXTEN AV GRÄNSÖVERSKRIDANDE AKTÖRER FRÅN GAMMA	126
FIGUR 29. AKTIVITETSSTRUKTUREN I DEN TRADITIONELLA PRODUKTUTVECKLINGSLÖGIKEN	129
FIGUR 30. AKTIVITETSSTRUKTUREN I DEN NYA PRODUKTUTVECKLINGSLÖGIKEN	131
FIGUR 31. UTVECKLINGEN I GAMMA I FÖRHÅLLANDE TILL KOMMUNIKATIONEN OCH AKTIVITETERNAS KARATÄRISTIK	138
FIGUR 32. INTERORGANISATORISK STRUKTURERING VID INFÖRANDE AV	

NYA INFORMATIONSSYSTEM	143
FIGUR 33. KOMMUNIKATIONSRIKEDOM I FÖRHÅLLANDE TILL OKLARHETSGRÄNSEN I NÄTVERKET ...	145
FIGUR 34. OKLARHETSGRÄNSEN I DEN TRADITIONELLA PRODUKTUTVECKLINGSLOGIKEN	146
FIGUR 35. DEN EFTERSTRÄVADE OKLARHETSGRÄNSEN I DEN NYA PRODUKTUTVECKLINGSLOGIKEN	147
FIGUR 36. INTERORGANISATORISKA INFORMATIONSSYSTEM MINSKADE OMFÅNGET PÅ RIK KOMMUNIKATION I PRODUKTUTVECKLINGSNÄTVERKET	148
FIGUR 37. INTERVJUFREKVENNS ÖVER TIDEN, SAMT INTERVJUNS INRIKTNING	188
FIGUR 38. MÄTNING AV CAD-KOMMUNIKATION SOM INDIKATION PÅ STUDIENS STRUKTURDIMENSIONER.....	194

Tabellförteckning

TABELL 1. VAL AV PRODUKTUTVECKLINGSUPPLÄGG: PRINCIPIELLA EFFEKTER	6
TABELL 2. STADIER I CAD-UTVECKLING EFTER ANVÄNDNINGSSÄTT (BABA & NABEOKA 1998)	14
TABELL 3. NÄRLIGGANDE STUDIERS PROBLEMFORMULERING OCH HUVUDSAKLIGA BIDRAG	18
TABELL 4. JÄMFÖRELSE AV STUDIEUPPLÄGGNING MED TIDIGARE BIDRAG INOM PROBLEMOMRÅDET .	21
TABELL 5. INTEGRERINGSDIMENSIONER I KOMPLEX PRODUKTUTVECKLING (CLARK & FUJIMOTO 1991)	32
TABELL 6. EN SAMMANSTÄLLNING AV UNDERSÖKNINGSFRÅGORNA	46
TABELL 7. ANTAL TELEKOMMUNIKATIONSANSLUTNA EXTERNA PARTER TILL GAMMA	75
TABELL 8. BASDATA OM CAD-KOMMUNIKATION 1994-1998	77
TABELL 9. IMPORT OCH EXPORT AV CAD-KOMMUNIKATION.....	78
TABELL 10. KOMMUNIKATIONSRECIPROCITET 1994-1998: CAD-MANUELL VERSUS CAD-EDI	80
TABELL 11. ANTAL ANSTÄLLDA PÅ GAMMAS PRODUKTUTVECKLINGSAVDELNING.....	82
TABELL 12. ANTALET AKTIVA LEVERANTÖRER I KOMMUNIKATIONSDATABASEN	87
TABELL 13. ANDELEN LEVERANTÖRER SOM ERHÖLL 50% AV CAD-KOMMUNIKATIONEN.....	88
TABELL 14. DE KOMMUNIKATIONSINTENSIVA LEVERANTÖRERNAS ANDEL AV KOMMUNIKATIONEN...	89
TABELL 15. DE KOMMUNIKATIONSINTENSIVA LEVERANTÖRERNAS ANDEL AV KOMMUNIKATIONEN, UPPDELAD PÅ CAD-MANUELL OCH CAD-EDI	89
TABELL 16. KOMMUNIKATIONSINTENSIVA VERSUS SIGNIFIKANTA LEVERANTÖRER	95
TABELL 17. AVSÄNDA CADENG-MEDDELANDE TILL EXTERNA PARTER, ALLA KATEGORIER	100
TABELL 18. AVSÄNDA MEDDELANDE AV KONSULTER TILL KATEGORIERNAS EXTERNA KONSULTER (K) RESP. ÖVRIGA EXTERNA PARTER (Ö).....	100
TABELL 19. KOMMUNIKATIONSDIMENSIONER I KOMPLEX PRODUKTUTVECKLING (EFTER CLARK & FUJIMOTO 1991)	111
TABELL 20. DIMENSIONER AV KOMMUNIKATIONSRIKEDOM I EN KOMMUNIKATIONSKANAL (DAFT, LENGEL & TREVINO 1987).....	117
TABELL 21. ÖVERGÅNGEN FRÅN FUNKTIONSRELATERAD TILL GEOMETRIBASERAT INTEGRERINGSSPRÅK OCH RELATIONEN TILL KOMMUNIKATIONSRIKEDOMEN.	118
TABELL 22. KOMMUNIKATIONSMODELLEN I DEN NYA PRODUKTUTVECKLINGSLOGIKEN.....	120
TABELL 23. PRINCIPIELLA SKILLNADER MELLAN DEN TRADITIONELLA OCH DEN NYA PRODUKTUTVECKLINGSLOGIKEN	128
TABELL 24. DE PRINCIPIELLA SLUTSATSERNA OCH SAMBANDEN MELLAN STRUKTURELEMENTEN	133
TABELL 25. KARAKTÄRISTIK AV OKLARA SITUATIONER (McCASKEY, 1982).....	135
TABELL 26. INNEBÖRDEN AV BEGREPPEN OSÄKERHET OCH OKLARHET	136
TABELL 27. OKLARA OCH OSÄKRA PRODUKTUTVECKLINGSAKTIVITETERNA.....	137
TABELL 28. OLIKA DATAKÄLLOR OCH EXEMPEL PÅ INFORMATION	187
TABELL 29. MÄTETAL FÖR EDI SAMT TOLKNINGAR (EFTER MASETTI & ZMUD 1996).....	195

Referenslista

- Allen, T. J. 1977. *Managing the Flow of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Allen, T. J. and O. Hauptman. 1987. "The Influence of Communication Technologies on Organizational Structure: A Conceptual Model for Future Research." *Communication Research* 14(5):575-587.
- Alvesson, M. and K. Sköldbberg. 1994. *Tolkning och reflektion*. Lund: Studentlitteratur.
- Argyres, N. 1999. "The Impact of Information Technology on Coordination: Evidence from the B-2 "Stealth" Bomber." *Organization Science* 10(2):162-180.
- Baba, Y. and K. Nobeoka. 1998. "Towards a knowledge-based product development: the 3-D CAD model of knowledge creation." *Research Policy* 26:643-659.
- Bakos, Y. 1991. "Information Links and Electronic Marketplaces: The Role of Interorganizational Information Systems." *Journal of Management Information Systems* 8(2):31-52.
- Barett, S. and Konsynski B. 1982. "Inter-Organizational Information Sharing Systems." *MIS Quarterly* (Special Issue):94-.
- Barley, S. R. 1986. "Technology as an Occasion for Structuring: Evidence from Observations of CT Scanners and the Social Order of Radiology Departments." *Administrative Science Quarterly* 31:78-108.
- Barley, S. R., J. Freeman, and R. C. Hybels. 1992. "Strategic Alliances in Commercial Biotechnology." Pp. 311-347 in *Networks and Organizations*, edited by N. Nohria and R. G. Eccles. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Barnard, C. 1938. *The Functions of the Executive*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.
- Bensaou, M. 1997. "Interorganizational Cooperation: The Role of Information Technology - An Empirical Comparison of U.S. and Japanese Supplier Relations." *Information Systems Research* 8(2):107-124.
- Bensaou, M. and N. Venkatraman. 1995. "Configurations of Interorganizational Relationships: A Comparison Between U.S. and Japanese Automakers." *Management Science* 41(9):1471-1492.
- Bensaou, M. and N. Venkatraman. 1996. "Inter-organizational relationships and information technology: a conceptual synthesis and a research framework." *European Journal of Information Systems* 5(5):84-91.

- Benson, J. K. 1975. "The Interorganizational Network as a Political Economy." *Administrative Science Quarterly* 20(June):229-249.
- Birou, L. M. and S. E. Fawcett. 1993. "Supplier Involvement in Integrated Product Development." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 24(5):4-14.
- Boaden, R. and G. Locket. 1991. "Information technology, information systems, information management: definition and development." *European Journal of Information Systems* 1(1):23-32.
- Boisot, M. 1986. "Markets and Hierarchies in a Cultural Perspective." *Organization Studies* 7(2):135-158.
- Boisot, M. 1998. *Knowledge Assets*. Oxford: Oxford University Press.
- Borg, E. A. 1996. *Beyond Modern Management: A New World of Business and Information Technology*. Malmö: Liber-Hermöds.
- Brass, D. and M. Burkhardt. 1992. "Centrality and Power in Organizations." in *Networks and Organizations: Structure, Form, and Action*, edited by N. Nohria and R. Eccles. Boston, Mass.: Harvard Business School.
- Brown, S. and K. Eisenhardt. 1997. "The Art of Continuous Change: Linking Complexity Theory and Time-paced Evolution in Relentlessly Shifting Organizations." *Administrative Science Quarterly* 42(1):1-34.
- Child, J. 1972. "Organizational Structure, Environment and Performance." *Sociology* 6:1-22.
- Child, J. 1987. "Information Technology, Organization, and the Response to Strategic Challenges." *California Management Review* 30(1):33-50.
- Choudhury, V. 1997. "Strategic Choices in the Development of Interorganizational Information Systems." *Information Systems Research* 8(1):1-24.
- Clark, K. B. and T. Fujimoto. 1991. *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Clark, K. B. and S. C. Wheelwright. 1993. *Managing New Product and Process Development*. New York: The Free Press.
- Clemons, E. and M. Row. 1992. "Information Technology and Industrial Cooperation: The Changing Economics of Coordination and Ownership." *Journal of Management Information Systems* 9(2):9-28.
- Conrath, D. W. 1973. "Communications Environment and its Relationship to Organizational Structure." *Management Science* 20(4):586-603.
- Contractor, N. and E. Eisenberg. 1990. "Communication Networks and New Media in Organizations." Pp. 143-172 in *Organizations and Communications Technology*, edited by C. Steinfeld and J. Fulk. Newbury Park, CA: SAGE.

- Croisier, B. 1998. "The governance of external research: empirical test of some transaction-cost related factors." *R&D Management* 28(4):289-298.
- Cusumano, M. A. 1985. *The Japanese Automobile Industry*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Daft, R. L. and R. H. Lengel. 1984. "Information Richness: A New Approach to Managerial Behavior and Organization Design." *Research in Organizational Behavior* 6:191-233.
- Daft, R. L. and R. H. Lengel. 1986. "Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design." *Management Science* 32(5):554-571.
- Daft, R. L., R. H. Lengel, and L. K. Trevino. 1987. "Message Equivocality, Media Selection, and Manager Performance: Implications for Information Systems." *MIS Quarterly* 11(3):355-366.
- Daft, R. L. and J. Wigington. 1979. "Language and Organization." *Academy of Management Journal* 4(2):179-191.
- Davidow, W. and M. S. Malone. 1992. *The Virtual Corporation*. New York: HarperBusiness.
- Dennis, A. and S. Kinney. 1998. "Testing Media Richness Theory in the New Media: The Effects of Cues, Feedback, and Task Equivocality." *Information Systems Research* 9(3):256-274.
- Dess, G. G. and D. Beard. 1984. "Dimensions of Organizational Task Environments." *Administrative Science Quarterly* 29:52-73.
- Donohue, T. 1996. "Impact of Information Systems on Engineering." *Technology in Society* 18(2):127-135.
- Dubois, A. 1994. "Organising Industrial Activities - An Analytical Framework." Doctoral Thesis, Chalmers University of Technology, Dept. of Industrial Marketing.
- Easton, G. 1992. "Industrial Networks: a Review." Pp. 1-27 in *Industrial Networks: A new View of Reality*, edited by B. Axelsson and G. Easton. London: Routledge.
- Eisenhardt, K. and B. Tabrizi. 1995. "Accelerating Adaptive Processes: Product Innovation in the Global Computer Industry." *Administrative Science Quarterly* 40(1):84-110.
- Eisenhardt, K. M. 1989. "Building Theory from Case Study Research." *Academy of Management Review* 14(4):532-550.
- Essler, U. 1998. "Analyzing Groupware Adoption: A Framework and Three Case Studies in Lotus Notes Deployment." Doctoral Thesis, Dep. of Computer and Systems Sciences, Stockholm University/Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Frankfort-Nachmias, C. and D. Nachmias. 1996. *Research Methods in the Social Sciences*. London: Arnold.

- Fujimoto, T. 1989. "Organizations for Effective Product Development: The Case of the Global Automotive Industry." , Graduate School of Business Administration, POM, Harvard Univeristy, Boston.
- Fujimoto, T. 1997. "Shortening Lead Time through Early Problem Solving." in *International Conference on New Product Development and Production Networks*. Berlin, March 20-22.
- Fujimoto, T., M. Iansiti, and B. Clark. 1996. "External Integration in Product Development." Pp. 121-164 in *Managing Product Development*, edited by T. Nishiguchi. New York: Oxford University Press.
- Fulk, J. 1993. "Social Construction of Communication Technology." *Academy of Management Journal* 36:921-950.
- Fulk, J. and B. Boyd. 1991. "Emerging Theories of Communication in Organizations." *Journal of Management* 17:407-446.
- Fulk, J. and G. DeSanctis. 1995. "Electronic Communication and Changing Organizational Forms." *Organization Science* 6(4):337-349.
- Fulk, J. and C. Steinfeld. 1990. "Organizations and Communication Technology." . Newbury Park: SAGE.
- Fulk, J., C. Steinfeld, and J. G. Power. 1987. "A Social Information Processing Model of Media Use in Organizations." *Communication Research* 14(5):529-552.
- Galbraith, J. 1973. *Designing Complex Organizations*, Edited by E. H. Schein, R. Beckhard, and W. G. Bennis. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Galbraith, J. R. 1977. *Organization Design*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Gehani, R. R. 1996. "Concurrent Product Development for Fast-Track Corporations." Pp. 184-197 in *New Product Development: A Reader*, edited by S. Hart. London: The Dryden Press.
- Giddens, A. 1984. *The Constitution of Society*. Cambridge: Polity Press.
- Glaser, B. 1978. *Theoretical Sensitivity*. San Fransisco: The Sociology Press.
- Glaser, B. G. and A. L. Strauss. 1967. *The Discovery of Grounded Theory: strategies for qualitative research*. New York: Aldine de Gruyter.
- Hagendoorn, J. 1993. "Understanding the Rationale of Strategic Technology Partnering: Interorganizational Modes of Cooperation and Sectoral Differences." *Strategic Management Journal* 14(5):371-385.
- Hagström, P. 1991. "The 'Wired' MNC - The Role of Information Systems for Structural Change in Complex Organizations." Doctoral Thesis, Stockhom School of Economics.
- Hameri, A-P. and J. Nihtilä. 1997. "Distributed New Product Development Project Based on Internet and World-Wide Web: A Case Study." *Journal of Product Innovation Management* 14:77-87.

- Harris, P. R. and M. T Moran. 1987. *Managing Cultural Differences*. Houston: Gulf Publishing Company.
- Helenius, R. 1990. *Förstå och bättre veta: Om hermeneutiken i samhällsvetenskaperna*. Stockholm: Carlsson.
- Henderson, R. 1996. "Product Development as a Strategic Weapon: Canon's Experience in the Photolithographic Alignment Equipment Industry." Pp. 261-279 in *Managing Product Development*, edited by T. Nishiguchi. New York: Oxford University Press.
- Heydebrand, W. 1989. "New Organizational Forms." *Work and Occupations* 16(3):323-357.
- Holland, C. P. 1995. "Cooperative Supply Chain Management: The Impact of Interorganizational Information Systems." *Journal of Strategic Information Systems* 4(2):117-133.
- Huber, G. P. 1990. "A Theory of the Effect of Advanced Information Technologies on Organizational Design, Intelligence, and Decision Making." *Academy of Management Review* 15(1):47-71.
- Håkansson, H. 1987. *Industrial Technological Development: a Network Approach*. London: Croom Helm.
- Håkansson, H. 1990. "Technological Collaboration in Industrial Networks." *European Management Journal* 8(3):371-379.
- Håkansson, H. and I. Snehota. 1989. "No Business is an Island: the Network Concept of Business Strategy." *Scandinavian Journal of Management* 5(3):187-200.
- Imai, K., I. Nonaka, and H. Takeuchi. 1987. "Managing the New Product Development Process: How Japanese Companies Learn and Unlearn." Pp. 533-562 in *Readings in the Management of Innovation*, edited by W. L. M. Michael L. Tushman. New York: Harper Business.
- Johnston, H. R. and M. R. Vitale. 1988. "Creating Competitive Advantage With Interorganizational Information Systems." *MIS Quarterly* (June):153-165.
- Jonscher, C. 1994. "An Economic Study of the Information Technology Revolution." Pp. 5-42 in *Information Technology and The Corporation of the 1990s: Research Studies*, vol. 1, edited by T. J. Allen and M. S. Scott Morton. New York: Oxford University Press.
- Kamath, R.R. and J. K. Liker. 1994. "A Second Look at Japanese Product Development." *Harvard Business Review* 72:154-170.
- Klein, H. and M. Myers. 1999. "A Set of Principles for Conducting And Evaluating Interpretative Field Studies in Information Systems." *MIS Quarterly* 23(1):67-94.
- Knoke, D. and J. H. Kuklinski. 1982. *Network analysis*. Beverly Hills, California: Sage university papers.

- Kvale, S. 1997. *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Leavitt, H. J. and T. L. Whisler. 1958. "Management in the 1980s'." *Harvard Business Review* 36:41-48.
- Lewis, R. 1998. "Membership and management of a 'virtual' team: the perspectives of a research manager." *R&D Management* 28(1):5-12.
- Lorenzoni, G. and A. Lipparini. 1999. "The Leveraging of Interfirm Relationships as a Distinctive Organizational Capability: A Longitudinal Study." *Strategic Management Journal* 20:317-338.
- Löwstedt, J. 1989. "Föreställningar, ny teknik och förändring (*Organizing Frameworks, New Technology and Organizational Change*)." Doctoral Thesis, Stockholm School of Economics, Förlaget Doxa AB, Lund, Stockholm.
- MacPherson, A. 1998. "The Contribution of External Service Inputs to the Product Development Efforts of Small Manufacturing Firms." *R&D Management* 27(2):127-144.
- Madhavan, R., B. Koka, and J. E. Prescott. 1998. "Networks in Transition: How Industry Events (Re)Shape Interfirm Relationships." *Strategic Management Journal* 19:439-459.
- Malone, T. and K. Crowston. 1994. "The Interdisciplinary Study of Coordination." *ACM Computing Surveys* 26(1):87-119.
- Malone, T. W., J. Yates, and R. I. Benjamin. 1987. "Electronic Markets and Electronic Hierarchies." *Communications of the ACM* 30(6):484-497.
- Malone, T. W., J. Yates, and R. I. Benjamin. 1989. "The Logic of Electronic Markets." *Harvard Business Review* 89(3):166-170.
- March, J. G. 1994. *A Primer on Decision Making*. New York: The Free Press.
- Markus, L. M. and D. Robey. 1988. "Information Technology and Organizational Change: Causal Structure in Theory and Research." *Management Science* 34(5):583-598.
- Massetti, B. and R. Zmud. 1996. "Measuring the Extent of EDI Usage in Complex Organizations: Strategies and Illustrative Examples." *MIS Quarterly* 20(3, September):331-345.
- Maxton, G. and J. Wormald. 1995. *Driving Over a Cliff? Business Lessons from the World's Car Industry*. Wokingam: Addison-Wesley Publishing Company.
- Miles, M. B. and M. A. Huberman. 1994. *Qualitative Data Analysis*. Thousand Oaks: SAGE.
- Nohria, N. and R. G. Eccles. 1992. *Networks and Organizations: Structure, Form, and Action*. Boston, Mass.: Harvard Business School Press.
- Norén, L., F. Norrgren, and L. Trygg. 1995. "Product development in inter-organizational networks." *International Journal of Technology Management Special*

Publication on Emerging Technological Frontiers in International Competition:105-118.

Orlikowski, W. 1988. "Information Technology in Post-Industrial Organizations." Doctoral Thesis, Leonard N. Stern School of Business, New York University.

Orlikowski, W. 1996. "Improvising Organizational Transformation Over Time: A Situated Change Perspective." *Information Systems Research* 7(1):63-92.

Penrose, E. 1959. *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford: Oxford University Press.

Pfeffer, J. and G. R. Salancik. 1978. *The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective*. New York: Harper & Row.

Pickering, J. and J. King. 1995. "Hardwiring Weak Ties: Interorganizational Computer-mediated Communication, Occupational Communities, and Organizational Change." *Organization Science* 6(4):479-486.

Pinsonneault, A. and S. Rivard. 1998. "Information Technology and the Nature of Managerial Work: From the Productivity Paradox to the Icarus Paradox?" *MIS Quarterly* (September):287-309.

Ragatz, G. L., R. B. Handfield, and T. L. Scannell. 1997. "Success Factors for Integrating Suppliers into New Product Development." *Journal of Product Innovation Management* 14:190-202.

Richardson, G. B. 1972. "The Organisation of Industry." *The Economic Journal* 82(327, September):883-896.

Ring, P. S. and A. H. Van de Ven. 1994. "Developmental Processes of Cooperative Interorganizational Relationships." *Academy of Management Review* 19(1):90-118.

Rogers, E. M. and D. L. Kincaid. 1983. *Communication Networks*. New York: The Free Press.

Runge, David and Michael Earl. 1988. "Gaining Competitive Advantage from Telecommunications." Pp. 125-146 in *Information Technology: the Strategic Dimension*, edited by M. Earl. Oxford: Oxford University Press.

Sampler, J. L. 1996. "Exploring the Relationship Between Information Technology and Organizational Structure." Pp. 5-19 in *Information Management: The Organizational Dimension*, edited by M. Earl. Oxford: Oxford University Press.

Sampler, J. L. 1998. "Redefining Industry Structure for the Information Age." *Strategic Management Journal* 19:343-355.

Scott, R. W. 1998. *Organizations - Rational, Natural and Open Systems*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Shannon, C. E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.

- Short, J. E. and N. Venkatraman. 1992. "Beyond Business Process Redesign: Redefining Baxter's Network." *Sloan Management Review* 34(1):7-21.
- Silverman, D. 1993. *Interpreting Qualitative Data*. Thousand Oaks: SAGE.
- Simon, H. A. 1966. *The New Science of Management Decision*. New York: Harper.
- Smitka, M. J. 1991. *Competitive Ties - Subcontracting in the Japanese Automotive Industry*. New York: Columbia University Press.
- Strannegård, L. 1998. "Green Ideas in Business." Doctoral Thesis, GRI, School of Economics and Commercial Law at Göteborg University, Göteborg.
- Teece, D. 1989. "Inter-organizational Requirements of the Innovation Process." *Managerial and Decision Economics* (Special Issue):35-42.
- Thompson, J. D. 1967. *Organizations in Action*. New York: McGraw-Hill.
- Torstendahl, R. 1966. *Historia som vetenskap. Introduktion till historieforskningen*. Stockholm: Natur och Kultur.
- Trost, J. 1997. *Kvalitativa intervjuer*. Lund: Studentlitteratur.
- Tushman, M. and D. Nadler. 1978. "Information Processing as an Integrating Concept in Organizational Design." *Academy of Management Review* (July):613-624.
- Walsham, G. 1993. *Interpreting Information Systems in Organizations*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Van de Ven, A. H. 1976. "On the Nature, Formation and Maintenance of Relations among Organisations." *Academy of Management* (October):24-36.
- Wasti, N. S. and J. F. Liker. 1997. "Risky Business or Competitive Power? Supplier Involvement in Japanese Product Design." *Journal of Product Innovation Management* 14:337-354.
- Webster, J. and L. K. Trevino. 1995. "Rational and Social Theories as Complementary Explanations of Communication Media Choice: Two Policy Capturing Studies." *Academy of Management Journal* 38(6):1544-1572.
- Weick, K. E. 1979. *The Social Psychology of Organizing*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Weick, K. E. 1995. *Sensemaking in organizations*. Thousand Oaks: SAGE.
- Williamson, O. E. 1985. *The Economic Institutions of Capitalism*.
- Womack, J. P., D. T. Jones, and D. Roos. 1990. *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.
- von Hippel, E. 1988. *The Sources of Innovation*. New York, NY: Oxford University Press.
- Woodward, J. 1965. *Industrial Organization: Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press.

- Yates, J. and W. J. Orlikowski. 1992. "Genres of Organizational Communication: a Structural Approach to Studying Communication and Media." *Academy of Management Review* 17(2):299-326.
- Yin, R. K. 1994. *Case Study Research: Design and Methods*, vol. 5, Edited by D. S. Foster. Thousand Oaks, California: Sage.
- Zuboff, S. 1988. *In the Age of the Smart Machine*. New York: Basic Books.

