



Effektanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri

2010-02-22

Effektanalys genomförd av
Faugert & Co (Technopolis)
på uppdrag av VINNOVA

Dnr: 2008-04402

2010-01-27

Effektanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri

**Tomas Åström, Tommy Jansson, Pauline Mattsson,
Sven Faugert, Jakob Hellman, Erik Arnold**
Faugert & Co Utvärdering AB

Innehållsförteckning

0. Sammanfattning	3
0.1 Övergripande effekter i sammanfattning	3
0.2 Policyslutsatser	7
0.3 Delstudie funktionsförsäljning	8
0.4 Delstudie friformsframställning	11
0.5 Delstudie industriell IT	14
0.6 Bakgrund	18
0.7 Programmen och avgränsningarna	19
0.8 Genomförande	25
1. Inledning	26
1.1 Uppdraget	26
1.2 Förstudie	26
1.3 Genomförande	28
1.4 Rapportens struktur	30
2. Svensk tillverkningsindustris utveckling	31
2.1 Tillverkningsindustrins historiska bakgrund	31
2.2 Tillverkningsindustrins samhällsekonomiska betydelse	35
2.3 Svensk tillverkningsindustri i en global kontext	38
2.4 Tillverkningsindustrins FoU-investeringar och statens roll	41
2.5 Framtiden för tillverkningsindustrin	45
3. Offentliga FoU-insatser inom produktframtagningsområdet	47
3.1 De fem programmen	49
3.2 Andra program med relevans för produktframtagningsområdet	52
3.3 Programmen i siffror	55
4. Deltagarenkäter	59
4.1 Om respondenterna	59
4.2 Effekter på företagets konkurrenskraft	61
4.3 Effekter på universitet, högskolor och forskningsinstitut	67
4.4 Delstudiespecifika enkätsvar	70
5. Forskarmobilitet	71
6. Ramprograms- och EUREKA-deltagande	77
6.1 Ramprogrammen	77

6.2 EUREKA	80
<hr/>	
7. Funktionsförsäljning	82
7.1 Bakgrund	83
7.2 Effektlogik	88
7.3 Effekter för industrin	90
7.4 Effekter för FoU-utförare	95
7.5 Sammanfattning	99
<hr/>	
8. Friformsframställning	101
8.1 Bakgrund	101
8.2 Effektlogik	107
8.3 Effekter för industrin	108
8.4 Effekter för FoU-utförare	112
8.5 Sammanfattning	113
<hr/>	
9. Industriell IT	116
9.1 Bakgrund	117
9.2 Effektlogik	123
9.3 Effekter för industrin	125
9.4 Effekter för FoU-utförare	130
9.5 Sammanfattning	134
<hr/>	
10. Sammanfattning och reflexion	136
10.1 Övergripande resultat och effekter	136
10.2 De tre delstudierna	137
10.3 Effekter av vilket slag?	140
10.4 Effekter på vilket sätt?	142
10.5 Policy slutsatser	145
<hr/>	
Bilagor	148

o. Sammanfattning

Denna effektanalys behandlar effekterna av i första hand fem program som VINNOVA och dess företrädare Nutek 1996–2009 bedrev inom produktframtagningsområdet. Det sker genom tre fylliga delstudier av områdena Funktionsförsäljning (FF), Friformsframställning (FFF) samt ett utsnitt av området Industriell IT (IT). De fem programmen hade en sammanlagd offentlig budget av drygt 700 miljoner kronor, vilka med få undantag finansierat forskning och utveckling (FoU) vid forskningsinstitut och universitet och högskolor (UoH). De offentliga satsningarna matchades av ungefär lika stora satsningar från deltagande företag, oftast i form av naturainsatser.

Det huvudsakliga motivet till effektanalysen är att bidra till förståelse för det sätt på vilket insatser av det slag programmen representerar leder till effekter inom industrin, samt av vilket slag dessa effekter är.

De konstaterade effekterna kan endast delvis bedömas vara en direkt följd av de fem programmen, eftersom det parallellt funnits ett betydande antal andra FoU-program som stött samma FoU-miljöer som de fem programmen stött. De främsta andra FoU-finansierarna är VINNOVA (genom andra program), Stiftelsen för strategisk forskning (SSF) och Europeiska kommissionen. Effektanalysen har därför utgått från en systemsyn där de samlade effekterna av samtliga finansierare i sammanhanget relevanta FoU-satsningar beaktas.

o.1 Övergripande effekter i sammanfattning

I detta avsnitt redovisas de övergripande, långsiktiga (andra ordningens) effekter som hittills kunnat konstateras per område. För ytterligare detaljer, samt för en detaljerad genomgång av de resultat som framkommer i denna studie, hänvisas såväl till senare delar av denna sammanfattning som till huvudrapporten.

o.1.1 Delstudie funktionsförsäljning

Två mycket livskraftiga FoU-miljöer vid Linköpings universitet (LiU) respektive Luleå tekniska universitet (LTU) har vuxit sig starka inom området funktionsförsäljning/funktionella produkter, till mycket stor del tack vare anslag från Nutek och VINNOVA. FoU-miljöerna har fokuserat sin industrisamverkan på varsin handfull företag som aktivt medverkat i FoU-projekten. Dessa företag har i betydande utsträckning implementerat FoU-resultaten och använder dem i olika utsträckning i den egna affärsverksamheten. I en del fall är FoU-resultaten från dessa projekt fullt kommersialiserade, i andra ingår de i företagsintern vidareutveckling och i några få fall har företag helt släppt tankarna på funktionsförsäljning, bland annat på grund av förändrade marknadsförutsättningar.

Vi har flera exempel från företag som genom att implementera FoU-resultatet och genom att utnyttja sin egen höjda kompetens åstadkommit en mycket tydlig ökning av företagets konkurrenskraft. De samverkansmönster som vuxit fram mellan FoU-utförarna och industrin anses värdefulla och båda parter fortsätter i stor utsträckning att samverka med dem de redan tidigare arbetat med, om än med ett hälsosamt mått av förnyelse i konstellationerna. Flera företagsföreträdare påpekar att FoU-utförarna blivit allt bättre på att förstå företagets behov, vilket borgar för ett allt effektivare samarbete.

En tydlig majoritet av projektledarna vid UoH och institut anger att vidare företagssamarbeten uppstått som ett resultat av deltagandet i VINNOVA-programmen. Företagssamarbetena visar dels på kunskapsspridning till företag som inte deltagit i de ursprungliga projekten och dels på kunskapsspridning till branscher som inte tidigare varit delaktiga, såsom medicinteknik, järnvägstransporter samt papper och massa.

Ett ansevärt antal forskarutbildade har examinerats inom området och merparten av dessa verkar nu i industrin, vilket torde underlätta spridningen av funktionsförsäljning och, genom den ökade absorptionskapacitet detta innebär, allmänt förbättrade möjligheter för företagen att ta till sig externa FoU-resultat.

0.1.2 Delstudie friformsframställning

Under senare delen av 1990-talet växte det fram ett antal småföretag, vilka erbjöd tjänster inom området friformsframställning. De erbjöd närmare bestämt modelltillverkning på uppdrag, och dessa servicebyråer drevs i allmänhet av personer ur det nätverk som skapades av industriforskningsinstitutet IVFs aktiviteter, vilka finansierades av Nutek.

Detta ledde hos deras kunder till en förbättrad produktutvecklingsprocess och nya tillämpningar, vilket i sin tur rimligen ledde till nya affärsmöjligheter och nya affärer. Emellertid betraktas FFF i dag som en teknik som är integrerad i design, konstruktion och prototyp-tillverkning som ett ”verktyg” bland flera; ”i dag tänker ingen på att det är en speciell teknik”, som en person uttrycker det. Tekniken i sig är inte eller har inte varit kärnverksamhet för många av företagen, och det är därför svårt att spåra och värdera betydelsen för dessa företag av just denna teknik.

FFF-tekniken är nu implementerad och etablerad inom svensk verkstadsindustri, även om den inte levt upp till pionjärtidens förhoppningar om att kunna producera komponenter med goda mekaniska egenskaper. Tekniken används för prototyp-tillverkning inom hela verkstadsindustrin, och det är inom eller mellan företagen som utvecklingen fortsatt. De mer direkta resultaten från VINNOVAs satsningar återfinns i dag huvudsakligen i medicinska tillämpningar.

Av de företag som i dag har FFF som en kärna i sin verksamhet är flertalet tillverkare av produkter för slutlig användning eller av prototyper, medan flera endast är agenter eller distributörer av FFF-produkter. Det rör sig huvudsakligen om små eller medelstora företag (SMF), i några fall med endast 2–3 anställda. Det största företaget har omkring 50 anställda. Av dessa sammanlagt drygt 20 SMF, varav ungefär en tredjedel är agenter eller distributörer utan egen produktion, fanns flera med i de nätverksaktiviteter som IVF bedrev under 1990-talet.

0.1.3 Delstudie industriell IT

Inom området industriell IT behandlas de två delområdena Geometrisäkring¹ och IT process². Inom det förra delområdet kan konstateras att ett kontinuerligt stöd till en framgångsrik tillämpningsinriktad FoU-miljö inom ramen för en rad program, vilka planerats och genomförts i samarbete med industrin, har lett till avsevärda positiva effekter för företagen. I första ledet har det här gällt fordonsindustrin, och det finns tecken på att det i senare led kan bli påtagliga effekter även i andra branscher. Det kontinuerliga stödet har på det området också lett till en fortsatt utveckling inom forskningen och uppbyggnad av en stark och hållbar FoU- och innovationsmiljö med varsitt ben i Chalmers tekniska högskola (CTH), Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics (FCC) och Swerea IVF. Denna miljö har fortsatt producera FoU av god internationell klass och har samtidigt försett industrin med både forskarutbildade och civilingenjörer som har ökat företagets kompetens och stärkt deras konkurrenskraft inom strategiska områden.

Inom IT process är de strukturella effekterna av en annan art och därför mindre tydliga eftersom FoU-stödet spritts betydligt bredare, men det finns också här några

¹ Geometrisäkring avser här alla aktiviteter som syftar till att minimera effekterna av geometrisk variation i färdig produkt.

² De IT-understödda tillverkningsprocesserna formning, skärande bearbetning, värmebehandling och fogning

exempel på att FoU-utförare bibehållit eller fått möjlighet att bygga upp konkurrenskraft.

För industrins del finns tydliga belegg för att den stödda FoU-verksamheten lett fram till tämligen omfattande industriell användning av mjukvaror för simulering i design, konstruktion, produktionsberedning m.m., som har ökat produktkvaliteten och avsevärt förkortat tiden för framtagning av nya produkter. Samtidigt har samarbetet mellan FoU-utförare och företag lett till en utveckling av företagets kompetens och arbetsmetoder som möjliggjort signifikanta – i några fall avsevärda – kostnadssänkningar i produktionen.

Ett litet konsultföretag har också uppstått som ett slags effekt av FoU-stödet och är en viktig länk i utvecklingskedjan. I ett nästa led har vi också belegg för att den aktuella simuleringstekniken både har spritts inom fordonsindustrin och har börjat spridas till andra branscher, samt att detta också har lett till utveckling av underleverantörernas kompetens och konkurrensförmåga. Swerea IVF har spelat en betydelsefull roll för den sistnämnda utvecklingen som är mest tydlig inom IT process.

För forskningens del har vi konstaterat att FoU-stödet har lett till att flera forskarstuderande har kunnat anställas vid främst CTH. Eftersom fler än trettio av dessa nu arbetar med FoU inom industrin utgör de tillsammans med civilingenjörer som utbildats inom dessa områden en strategisk kompetensresurs. Samtidigt har kritisk massa byggts upp i anslutning till främst CTH. FoU-stöden på dessa områden har lagt grund till Wingquistlaboratoriet, som fått omfattande fortsatt stöd från både VINNOVA och SSF.

På motsvarande sätt, men i mindre skala, har institutionen för Industriell produktion vid Kungl tekniska högskolan (KTH) stärkts som resultat av deltagandet i de fem programmen och planeras få omfattande fortsatt stöd inom ramen för regeringens satsning på strategiska forskningsområden. En ny FoU-miljö med LTU som en av parterna är också under framväxt till följd av stödet, liksom Jönköpings tekniska högskola (JTH) som fått en möjlighet att hävda sig på nationell nivå.

Den tillämpade forskningen har vidareutvecklats och har gett upphov till utveckling av industrirelevant mjukvara, men har också fått till följd att ett mer ”industritillvänt” arbetssätt har spritts bland de medverkande FoU-utförarna. Till följd av detta har deras kompetens också blivit mer attraktiv för industrin. Swerea IVF har bibehållit sin roll genom utveckling av egna tjänster och har kunnat utveckla sin roll som brobyggare och teknikspridare i förhållande till SMF. FoU-stödet har också lett till att forskningen riktas in mot nya tillämpningsområden, till att följdprojekt uppstår, till en viss förnyelse av grundutbildningen och till att medverkande FoU-miljöer har blivit mer internationellt konkurrenskraftiga.

De påvisade övergripande effekterna inom de tre delstudierna i denna studie kan sammanfattas under ett antal rubriker, vilkas innebörd avsiktligt är en summariska för att medge överblick.

Stärkt konkurrenskraft

Insatser av det slag som i de studerade programmen leder i bästa fall till stärkt konkurrenskraft för företagen. Förmågan att lösa industriella problemställningar snabbt, effektivt och innovativt innebär en konkurrensfördel, dels i form av minskade utvecklings- och tillverkningskostnader och dels genom möjligheten att kunna erbjuda en produkt eller en tjänst med en funktionalitet som inte konkurrenten kan erbjuda. Detta öppnar också för nya affärsmöjligheter och nya affärer, och kan därmed i förlängningen utgöra grunden för industriell förnyelse och livskraftiga företag.

Teknikspridning

Vi har sett flera exempel på teknikspridning mellan branscher och från större företag till SMF. I de flesta fall vi studerat är det fordons- och ibland flygindustrin som är drivande i teknikutvecklingen, men genom FoU-utförarnas mäklande finns i många fall goda möjligheter till att anpassa resultaten och implementera dem också inom andra branscher och i SMF, vilka endast i undantagsfall deltar i den typ av program

som häri studerats. I teknikspridning till SMF utgör instituten en särskilt värdefull resurs.

Nya företag

Vi har sett ett fåtal exempel på att nya företag bildats som resultat av de fem programmen och några exempel på att mikroföretag vuxit, men dessa utgör undantag. Vi noterar att tre doktorer vars forskarutbildning delfinansierats genom de fem programmen driver egna företag som möjligen i framtiden kan utvecklas vidare.

Open innovation

Flera företag, inte minst de stora verkstadsföretagen, vittnar om att de förändrat sina arbetssätt, ibland radikalt. "Förr kunde vi allt själva", men "vi har mognat och insett att det finns andra som besitter värdefull kunskap", som en storföretagsrepresentant uttrycker sig. Denna insikt innebär dels ett behov av att besitta absorptionskapacitet och dels en förmåga att finna lämpliga FoU-aktörer att samverka med, liksom en förmåga att hålla sig á jour med den internationella utvecklingen inom för företaget relevanta teknikområden. Denna utveckling i arbetssätt har pågått länge inom de stora tillverkande företagen, men sprider sig nu till mindre företag och till SMF.

Vi kan vidare konstatera att:

- Det i flera avseenden finns motsatsförhållanden inbyggda i olika intressenters förväntningar på offentliga FoU-satsningar, exempelvis:

åstadkomma snabba effekter	–	åstadkomma långsiktig kompetens- och humankapitaluppbyggnad
bygga kritisk massa och internationell konkurrenskraft	–	generera rekryteringsunderlag för företag över hela landet
tillfredställa stora företags behov	–	tillfredställa SMFs behov
satsa på UoH	–	satsa på institut

Således finns det anledning att mycket tydligt klargöra vad syftet med en specifik insats är, och att överväga vad som i respektive sammanhang kan utgöra förenliga mål

- Flera av de effekter som konstaterats, exempelvis examinerade licentiater och doktorer, har uppstått trots att de inte utgjorde klart uttalade mål för de fem programmen
- Fordons- och flygindustrierna är i många fall drivande i teknikutvecklingen, men genom FoU-utförarnas mäklande finns goda möjligheter till att anpassa FoU-resultaten och implementera dem också inom andra branscher och i SMF. Den FoU som bedrivs inom fordons- och flygrelevanta områden kan således bedömas vara av betydelse långt bortom dessa industrier
- Offentliga FoU-program med aktiv industrimedverkan är långt viktigare än man kan tro om man endast ser till de offentliga satsningarnas storlek i relation till företagens egna FoU-satsningar, eftersom de offentliga satsningarna förutsätter ett mer långsiktigt tänkande än vad som vanligen medges inom företagens egenfinansierade FoU-verksamhet. Den katalyserande effekten är betydande
- Ett systemperspektiv där alla FoU-finansiärers satsningar beaktas är nödvändigt för att på ett trovärdigt sätt kunna etablera orsaks-verkans-samband. Det torde endast i undantagsfall vara möjligt att entydigt attribuera en effekt till en enskild finansiärs FoU-program
- Hade denna effektanalys fokuserat på andra områden inom produktframtagningens område hade delvis andra och möjligen fler effekter kunnat konstateras

0.2 Policyslutsatser

Effektanalysen utmynnar i ett antal möjliga slutsatser av policykaraktär.

Industriinflytande

Industristyrda FoU-program fyller en viktig funktion för industrins teknikförsörjning och konkurrensförmåga. Det gäller emellertid främst för redan etablerade – och företrädesvis stora – företag med avsevärd egen FoU-kompetens och absorptionsförmåga. Industristyrda FoU-program för dock med sig risker i termer av inlåsning och kortsiktighet, vilket dock ur ett innovationssystemperspektiv inte nödvändigtvis behöver utgöra problem om sådana program kompletteras med program med mer långsiktigt fokus och lägre grad av industriinflytande.

Kontinuitet

Korta program som MERA (det senast startade av de fem programmen och ett tidsbegränsat regeringsuppdrag) kännetecknas vanligen av kortsiktigt tänkande, medan långa program stimulerar till ett betydligt mer långsiktigt och strategiskt tänkande med inriktning på kompetens- och humankapitaluppbyggnad. En i kronor räknat så pass massiv satsning som MERA kan också lämna ett tomrum efter sig som sannolikt är till men för utvecklingen, särskilt för FoU-utförarna. Den relativa kontinuitet som de fem programmen erbjuder för några FoU-utförare och företag, särskilt tillsammans med andra finansiärs program, har samtidigt varit av mycket stor betydelse för dem som medverkat. Därför är det troligt att en ökad grad av förutsägbarhet och kontinuitet i den offentliga finansieringen skulle vara av godo för både FoU-utförare och företag.

Övergripande samordning mellan FoU-finansiärer

Såväl när det gäller balansen mellan olika instrumenttyper (grad av industriinflytande) som behov av kontinuitet, finns en delvis outnyttjad potential sett ur det systemperspektiv som vi antagit i denna analys. En ökad samordning mellan VINNOVAs alla instrument och SSFs instrument i syfte att på bästa sätt utveckla innovationssystemet skulle kunna vara fruktbart, liksom framtagande av en plan för hur dessa organisationers satsningar skulle kunna växlas upp genom ett strategiskt svenskt deltagande i EUs ramprogram. KKS är för vissa aktörer en annan viktig finansiär, vars instrument naturligtvis också bör ingå i en sådan samordning. Även om det sannolikt finns betydande praktiska utmaningar i en samordning mellan formellt självständiga FoU-finansiärer, finns här en outnyttjad potential som skulle kunna tas tillvara.

Fokusering eller pluralism?

En mycket viktig strategisk fråga är om VINNOVA bör göra fokuserade och långsiktiga satsningar eller sprida sina gracer på många ämnen och FoU-utförare. Svaret är inte givet, men önskan att gynna pluralism och konkurrens bör noga vägas mot skapande av kritisk massa hos FoU-utförare för att därmed gynna uppbyggandet av internationell konkurrenskraft. Utväxlingen på varje krona satsad på en etablerad FoU-miljö ger sannolikt betydligt större avkastning än om de satsas på uppbyggnad av en ny miljö. Å andra sidan är det tydligt att rekrytering av både grund- och forskarutbildade huvudsakligen sker regionalt (få vill flytta långt – eller alls), vilket talar för ett brett deltagande av FoU-utförare.

Institut och UoH

Instituten är betydelsefulla länkar i teknikspridningskedjan, särskilt för spridning SMF. För att instituten långsiktigt ska kunna bibehålla sin konkurrenskraft inom ett givet område bör de tillförsäkras resurser för att själva kontinuerligt utveckla sin kompetens. Institutet är också starkt beroende av ett nära samarbete med forskare vid UoH för att hålla sig à jour med forskningsfronten. När ett sådant samarbete är effektivt skapar det stora fördelar för alla inblandade, men när det saknas kan det i värsta fall leda till kortsiktiga vinster utan uthållighet eller till begränsad spridning av FoU-resultaten. Vi kan konstatera att framgångsrika institut alltid förefaller ha en stark relation till åtminstone ett universitet. En slutsats av detta är att FoU-satsningar,

åtminstone stora och långsiktiga, bör omfatta FoU-utförare vid såväl UoH som institut för att uppnå maximala spridningseffekter.

Om avsikten endast är att sprida kunskap om en ny teknik till industrin, främst SMF, under en begränsad tid, är satsningar på teknikspridning av den typ som Nutek gjorde under tidigt 1990-tal för att genom ett institut sprida kunskap om FFF sannolikt effektiva. Men om ambitionen är större än så, som att etablera FoU inom området, långsiktigt stärka svenska företag eller stimulera skapande av nya företag, förefaller den sortens satsningar vara helt otillräckliga.

Open innovation

Den ökande inriktningen mot open innovation-tankegångar, som nu även spritt sig till SMF, ställer nya krav på den offentliga delen av innovationssystemet. Arbets- och finansieringsformerna inom de fem programmen passar större företag bättre än mindre (även om ett av de fem programmen hade en särskild SMF-utlysning), så vilka alternativa instrument behövs för att tillgodose SMFs ökande behov av teknikutveckling och innovationsstöd? Möjligen behövs instrument utöver VINNOVAs Forska & väx och kompetensutvecklingsmedel till instituten. Nära kopplat till denna frågeställning är varför det startats så få nya företag inom de områden som omfattas av delstudierna och varför några av dem haft så svårt att växa (även om tillgång till teknisk FoU naturligtvis aldrig kan vara en tillräcklig betingelse för grundande och tillväxt av företag). Flera intervjupersoner i institutsvärlden har i detta sammanhang pekat på brister i policymixen, eftersom de sett att det är svårt att uppbringa tillräcklig finansiering till teknikspridning och för företag att ta de fortsatta stegen mot kommersialisering av FoU-resultat.

0.3 Delstudie funktionsförsäljning

Med funktionsförsäljning avses att ett hårdvaruproducerande företag säljer (och garanterar) en *funktion* – och behåller ägandet till hårdvaran – i stället för att endast sälja hårdvaran och låta kunden bekymra sig över dess funktionalitet. Ett vardagligt exempel på funktionsförsäljning är att leverantören säljer en kopieringsfunktion i stället för en kopiator. Funktionsförsäljning skiljer sig från leasing eller hyra bland annat genom att kunden i de senare fallen betalar vare sig produkten fungerar eller ej och genom att det alltid är fråga om samma fysiska produkt. Med funktionsförsäljning garanteras kunden en funktion (en *fungerande* produkt). Denna delstudie omfattar också funktionella produkter, med vilket avses produkter som utvecklats specifikt för funktionsförsäljning.

0.3.1 Effekter för industrin

Första ordningens effekter

Ser vi till resultaten från den enkät som genomförts i studien, och frågan om vad deltagandet lett till för företaget, så är de tre mest frekventa svaren kompetensutvecklad personal (80%), utveckling av företagets tjänsteutbud (50%) och användning av för företaget nya processer, metoder eller tester (40%). Ser vi till industrirespondenternas upplevda grad av målpuppfyllelse i relation till förväntningarna, finner vi att 67% anser sig helt eller i stor utsträckning tillfredsställda.

Förmågan att formulera balanserade funktionsförsäljningserbjudanden ställer kvalificerade och höga krav på dem som utformar erbjudandena och i många fall krävs forskarkompetens. Det var en sådan insikt som fick Volvo Aero (VAC) att på sent 1990-tal inse att man dels behövde höja utbildningsnivån i sin egen FoU-organisation, dels att man behövde samarbeta med externa FoU-leverantörer. Eftersom det vid den tidpunkten knappast fanns något överskott av forskarutbildade att anställa, förutsatte båda delarna av denna insikt i praktiken samverkan med UoH inom offentlig finansierade FoU-program.

Kompetenscentrum Polhem, som var verksamt 1995–2006 och i vilket VAC aktivt medverkade, kom mot andra halvan av sin existens att innehålla ett ökande inslag av forskning om funktionsförsäljning och funktionella produkter, vilket resulterade i flera

doktorsexamina. Efterhand blev doktorandprojekten inom funktionsförsäljning allt fler med finansiering från Nationellt flygtekniskt forskningsprogram (NFFP) (många projekt), SSFs ProViking, KK-stiftelsen, VINN Excellence Center Faste och VAC självt. Bland den första ordningens effekter, som kan sägas härröra från dessa offentliga FoU-insatser, återfinns enligt VAC dels 26 doktorer och åtta licentiater (det finns ytterligare tio doktorander) inom området och dels en väsentligt förhöjd kunskap om funktionsförsäljning och funktionella produkter inom de företag som deltagit i projekten och då inte minst de som deltagit i Polhem och Faste.

Samarbetet mellan VAC och LTU har en lång historia. Kontakterna startade på grundutbildningsnivå då LTU redan 1978 höll en kurs i produktutveckling och tillämpad mekanik som kom att intressera VAC. Samarbetet med avdelningen för Maskinkonstruktion vid LTU inleddes i mitten på 1980-talet och finansierades delvis av Styrelsen för teknisk utveckling (STU) och senare Nutek. Samarbetet fördjupades ytterligare genom VACs deltagande i Polhemslaboratoriet och genom att företagets dåvarande forskningschef 1991 blev adjungerad professor i Datorstödd maskinkonstruktion vid LTU. Forskningen rörde då främst produktutveckling och först senare försköts fokus till forskning inom tjänsteutveckling och dess påverkan på den totala produktutvecklingsprocessen (hårdvara och tjänster). Så småningom introducerade LTU det nya forskningsområdet Funktionella produkter i vilket VACs dåvarande forskningschef var gästprofessor 2005–2007. Nu är en av de forna doktoranderna från denna FoU-miljö ordinarie professor i samma ämne och en annan av doktoranderna, som numera arbetar på VAC, är adjungerad professor i ämnet. Dessutom är VACs nuvarande forskningschef ytterligare en av doktoranderna från denna miljö.

Det var inom ett ProViking-projekt på LTU som Sandvik Coromant fick inspiration till nya tankar kring funktionsförsäljningsbegreppet som sådant, vilket bidrog till tillkomsten av ett internt tvärfunktionellt projekt som innefattade både tekniska avdelningar och "affärssidan". Utan detta deltagande är det inte säkert att den grupp som resulterade från projektet hade existerat och då hade man kanske fortsatt i de traditionella produktbanorna. Sandvik Coromant menar att projekten man deltagit i vid LTU givit företaget byggstenar som man nu använder för att forma funktionella produkter. Än kan man dock inte peka i sin produktkatalog och säga att "det är en implementering" – vidare internt arbete för att vidareutveckla kunskapen är nödvändig.

Även en representant för Hägglunds Drives vittnar om att man genom deltagandet i verksamheten vid LTU kommit att inse värdet och nödvändigheten av att höja den interna kompetensen och har nu, från att på 1990-talet ha varit ett relativt litet företag som bara hade UoH-kontakter genom examensarbetare, två egna industridoktorander och en tredje som disputerade för tre år sedan. Hägglunds Drives har nu också kontakt med Uppsala universitet (UU), KTH och LTU inom tribologiforskning. Historiskt har Hägglunds Drives fokuserat på att bygga upp praktiska erfarenheter, samtidigt som en del forskare tycks tro att simulering i sig är tillräckligt, men här möts industri och akademi på ett fruktbart sätt i experimentell verifiering av UoHs uppbyggda modeller till fromma för båda parter. Hägglunds Drives pekar också på möjligheten att få samarbeta med företag som VAC och Sandvik och i detta avseende har LTU fungerat som en bra katalysator; utan LTU hade den här typen av samarbete inte varit möjlig. Sådana samarbeten är viktiga för att få inblick i hur andra (och ofta större) företag tänker om framtiden och vilka problemområden de ser. Det ger Hägglunds Drives möjlighet att få bekräftelse på att man är på rätt spår. Det är också betydligt lättare att få genomslag för "industriperspektivet" i den akademiska forskningen om större företag deltar i arbetet.

Sedermera har de svenska doktorerna och doktoranderna varit till VACs (och LTUs) fördel eftersom de gjort dem mer attraktiva som samarbetspartners på den europeiska forskningsarenan, där man också varit mycket framgångsrika. Ex.vis deltog VAC i sju flygrelaterade FoU-projekt inom fjärde ramprogrammet (RP4, 1995–1998), tolv projekt i RP5 (1999–2002) och elva projekt i RP6 (2002–2006). VACs dåvarande

forskningschef bidrog dessutom till den europeiska flygstrategin Vision 2020 och Europeiska kommissionens arbetsprogram (i praktiken utlysningstexter) inom flygområdet i både RP5 och RP6. Vid dessa tillfällen passade han på att argumentera för funktionsförsäljning och funktionella produkter, vilket bland annat utmynnade i EU-projektet VIVACE, som pågick 2004–2007 och i vilket VAC och LTU deltog från svensk sida. VIVACE handlade om effektivisering av produktutveckling i ett globalt projekt inklusive framtagning av nya affärs- och tjänstemodeller.

En representant för Alfa Laval berättar att man hade en medvetenhet om affärsmöjligheterna som funktionsförsäljning kunde erbjuda, men inte förstod hur man skulle kunna implementera dem. Deltagandet i ett EP-projekt som leddes av LiU innebar att en referensgrupp träffades några gånger per år och diskuterade kring ett tema som ofta var kopplat till värdföretagets eget problem. Ibland presenterade man från akademins sida något forskningsrön. Genom gruppen fick Alfa Laval hjälp att sätta fingret på affärsmöjligheten och att arbeta med den ”rena, konkreta affärsutvecklingen” som ledde fram en affärsmodell. Traditionellt sett hade Alfa Laval skänkt bort mjukvaran i samband med nyförsäljning, men nu insåg man att den skulle säljas. Alfa Laval-representanten menar att man, med tanke på var man stod kunskapsmässigt när projektet började, genom arbetet med affärsplanen kom mycket långt – det var en ”underbar upplevelse”.

En universitetsforskare menar att han märker en ökad medvetenhet om forskningens betydelse bland företagen. Företagens UoH-samarbeten har också blivit tydligare och mer stringenta, liksom mer strategiska genom att de numera inte sprider sina samarbeten på så många olika FoU-utförare. Företagen har helt enkelt blivit mer professionella, vilket inte minst visar sig genom ökade framgångar i EUs ramprogram. Forskaren menar vidare att, sett över ett decennium, har riktiga stora förändringar ägt rum i och med att företagen gått från att vara slutna och lite misstänksamma mot varandra till att nu öppet anamma nationellt samarbete, vilket gör dem mycket starkare utåt, bl.a. inom EUs ramprogram. Företagen är på det stora hela mer närvarande på FoU-arenan.

Andra ordningens effekter

VAC är kanske det företag som gynnats mest av offentliga FoU-program i sin utveckling mot ökad andel funktionsförsäljning, till stor del eftersom företaget haft en sådan tongivande ställning i både centrumbildningarna Polhem och Faste vid LTU. Företagets representanter berättar om flera exempel på andra ordningens effekter. Det nu närmast klassiska exemplet på funktionsförsäljning, tjänsten power by hour (eller kWh för stationära turbiner), är fortfarande aktuellt och en kommersiell verklighet för VAC. VAC ägnar sig också åt funktionsförsäljning i rena underhållsavtal för gamla produkter med lång livslängd som sålts endast som hårdvara. Till skillnad från de första stapplande stegen på funktionsförsäljningsstigen, besitter VAC nu förmågan att formulera ömsesidigt attraktiva kunderbjudanden. I detta sammanhang hjälper forskningen vid UoH och den tydligt höjda egna forskarkompetensen³ företaget att på ett fundamentalt plan förstå kraven och ekonomin, vilket är en förutsättning för kloka överväganden i utformandet av kunderbjudanden. Ett par företrädare för VAC berättar att principerna för funktionella produkter delvis är implementerade i produktutvecklingsprocessen, vilket snabbar upp processen och gör att den resulterar i mer ändamålsenliga resultat och produkter med utökad funktionalitet, d.v.s. funktionella produkter.

En representant för Hägglunds Drives berättar att företaget har gått från att vara komponentleverantör till att leverera system. Man pratar nu till och med om att leverera funktion, vilket fungerar som en förlängd garanti och inkluderar fler åtaganden från företagets sida. Företaget ser att det i större utsträckning kan ta betalt för kunskap. Denna utveckling har sin grund i rejäla satsningar i FoU som företaget

³ VAC har enligt egen uppgift ökat antalet anställda doktorer från två på 1970-talet till ett femtiotal idag.

gjorde i början av 1990-talet som nu börjar bära frukt. Hägglunds Drives menar att företaget har blivit duktigare på själva konceptstadiet i produktutvecklingsprocessen. Nu baserar företaget sin produktutveckling på teoribildning där man tidigare helt förlitade sig på provning som nu mest genomförs för verifiering av de utvecklade modellerna. Denna simuleringskompetens har företaget till stor del byggt upp i samverkan med UoH inom ramen för program finansierade av VINNOVA. Som exempel har tribologiforskningen vid KTH lett fram till livslängdsökningar för företagets motorer om upp till 20–30 gånger, vilket nu är implementerat. Företaget kan nu också få betydligt bättre insikt i hur kunderna använder dess produkter genom att man i allt högre grad har möjlighet att mäta hur de används (exempelvis energiförbrukningen).

0.3.2 Effekter för FoU-utförare

Vad gäller forskarinfrastruktur har två FoU-miljöer vuxit sig starkare och förefaller idag ha uppnått en kritisk massa som företrädare för båda miljöerna är överens om inte hade varit möjligt att uppnå utan VINNOVA-finansiering. Vid LTU har denna utveckling också resulterat i det nya forskningsämnet Funktionella produkter som inryms i en egen avdelning inom institutionen för Tillämpad fysik, maskin- och materialteknik.

Enligt enkäten till projektledare vid UoH och institut har deltagandet i de fem programmen enligt 46% av respondenterna haft stor betydelse för ett ökat internationellt samarbete. För 89% av respondenterna ledde deltagandet i de fem programmen till nya FoU-projekt och av dessa innebar 88% samarbeten med företag som ABB, AB Volvo, BAe Systems Hägglunds, Ericsson, GE Healthcare, Green Cargo, Kværner Pulping, Sandvik Coromant, SCA, Scania, SNA Europe, St. Jude Medical, Thule och VAC.

En industrirepresentant med djup insikt i forsknings- och utbildningsfrågor menar att forskningen haft en radikal påverkan på civilingenjörsutbildningen. LTU har en doktorandkurs om funktionella produkter och flera grundutbildnings- och doktorandkurser om olika aspekter av produktutveckling. En forskare vid LiU berättar att man nästa år, efter fyra år av förberedelser, startar en ny grundutbildningskurs om IPS Engineering med, till en början, 40 platser.

0.4 Delstudie friformframställning

Friformframställning benämns vanligtvis mer formellt ”skiktvis additiv tillverkning”. Det rör sig om ett antal, ofta tämligen olika, tillverkningstekniker som har det gemensamt att de bygger upp föremål skikt för skikt, i vissa varianter partikel för partikel, direkt från CAD-data, och man kan på det sättet skapa den produkt man vill ha.

Med FFF kan produkter i tre kategorier tillverkas; 1) icke strukturellt hållfasta prototyper, 2) småskalig eller enstyckstillverkning, t.ex. implantat, samt 3) färdiga, strukturellt hållbara produkter i varierande seriestorlekar. FFF-tekniken lämpar sig bäst för små föremål med komplexa former tillverkade i korta serier. Det finns flera goda argument för att använda denna teknik. Det skäl som oftast framförts i våra intervjuer handlar om att man med denna teknik kan tillverka faktiska, tredimensionella prototyper; en fysisk modell är överlägsen en datormodell. Med detta förbättras kommunikationen i design- och konstruktionsprocessen. Med FFF får man en väldigt direkt koppling mellan det som konstruktören skapat i datorn och den slutgiltiga komponenten. Andra fördelar med FFF-tekniken är att den drastiskt minskar tiden till marknaden, att den minskar tid och kostnader för att ta fram formverktyg, exempelvis för formsprutning av plast, och att man med den kan framställa detaljer som är mycket dyra eller svåra att framställa på andra sätt. FFF-tekniken har sitt ursprung i USA och introducerades i Sverige 1988.

0.4.1 Effekter för industrin

IVF uppmärksammade tidigt FFF-tekniken, och började med medel från Nutek sprida kunskap om denna under första delen av 1990-talet. IVFs satsningar innebar att ett antal företag och personer inom verkstadsindustrin fick upp ögonen för en ny teknik. Den kompetenshöjning som skedde inom företagen ledde till att företagen fick ökad insikt i FFF-metoder och -koncept. Inte minst innebar aktiviteterna nya och fördjupade kontakter mellan företagen; av flera intervjupersoner beskrivs detta som en tid av pionjärande, där medlemmarna i ett "FFF-Sverige" utkristalliserades och lärde känna varandra. Till detta bidrog även de nyhetsbrev och den hemsida som IVF ansvarade för att ta fram.

Första ordningens effekter

IVFs informationsinsatser gjorde att industrirelevant kunskap om en ny teknik blev tillgänglig för ett antal verkstadsföretag. Men man spred inte bara tekniken, utan kopplade också samman aktörer med egna erfarenheter. Inte minst viktigt var i det här sammanhanget de personer som deltog, vilka som hade vilken sorts utrustning, vilka maskiner som var bra för vilken sorts prototyper etc. Företagen fick genom dessa aktiviteter en ökad insikt i möjligheterna med den nya tekniken. De nätverk som IVF starkt bidrog till att skapa levde vidare i olika sammanhang och konstellationer. Det framstår som tydligt att institutet fullgjorde sin uppgift på ett utmärkt sätt.

Andra ordningens effekter

Under senare delen av 1990-talet, och i takt med att nya och billigare FFF-utrustningar blev tillgängliga, började ett antal småföretag som erbjöd tjänster inom området växa fram. Det handlade om maskiner som kunde placeras på kontor, och dessa nya företag var s.k. servicebyråer som erbjöd modelltillverkning på uppdrag. Servicebyråerna drevs i flera fall av personer som fanns med i det nätverk som skapades genom IVFs aktiviteter.

Detta ledde till en förbättrad produktutvecklingsprocess och nya tillämpningar, vilket i sin tur rimligen ledde till nya affärsmöjligheter och nya affärer. Det förefaller logiskt och närmast ofrånkomligt att så är fallet, men det är samtidigt inte möjligt att genom denna studies empiri faktiskt leda i bevis att så faktiskt skett. Många intervjupersoner påpekar att FFF i dag är en teknik som är integrerad i design, konstruktion och prototypstillverkning som ett "verktyg" bland flera; "i dag tänker ingen på att det är en speciell teknik", som en person uttrycker det. Och eftersom denna teknik i sig som regel inte har varit eller är kärnverksamhet för många av företagen är det i det närmaste omöjligt att med en rimlig arbetsinsats spåra och värdera betydelsen för dessa företag av just denna teknik.

Av de företag som i dag har FFF som en kärna i sin verksamhet är flertalet tillverkare av produkter för slutlig användning eller av prototyper, medan flera endast är agenter eller distributörer av FFF-produkter. Det rör sig huvudsakligen om SMF, i några fall med endast 2–3 anställda. Det största företaget, Bladhs Plast Bredaryd, har omkring 50 anställda. Av dessa sammanlagt drygt 20 SMF, varav ungefär en tredjedel är agenter eller distributörer utan egen produktion, fanns flera med i de nätverksaktiviteter som IVF bedrev under 1990-talet. I tre fall kan vi spåra trådar tillbaka till direkta anslag till företagen från Nutek eller VINNOVA, nämligen för Arcam, fcubic och Prototal.

Prototal, som grundades 1998 som spinoff från Electrolux, hade 2008 40 anställda och en omsättning om 68 miljoner kronor. Företagets grundare fanns med i de träffar och det nätverk som IVF byggde upp, och Prototal deltog sedan i projektet MEDeFFF, som under åren 2002–2004 bedrevs inom ramen för VINNOVAs program AIS. FFF-relaterad verksamhet utgör 2008 endast ungefär 10% av Prototals totala omsättning, och de medicinska tillämpningarna – ett område företaget kom in på genom deltagandet i AIS-projektet – utgör i sin tur endast "en tiondels procent" av denna, enligt företagets marknadschef. Medicintillämpningar av FFF är alltså inte något som bolaget kan livnära sig på – "inte i närheten!". Deltagandet i MEDeFFF beskrivs av marknadschefen som ett spännande försök inom ett nytt affärsområde, men utfallet

för Prototals del av projektdeltagandet blev inte det man hoppats på. Företaget är dock fortsatt aktivt inom denna nisch.

fcubic är en avknoppning från IVF. Företaget startades med hjälp av bidrag från Nutek och den maskin som företaget än i dag förfogar över bekostades av Nutek. Företaget har två anställda och har ännu inte påbörjat tillverkning i någon större skala. Företagets omsättning har varierat kraftigt och uppgick för det brutna räkenskapsåret 2008/2009 till 92 000 kronor.

Arcam fanns, genom sin grundare och förste VD, med i det tidiga IVF-nätverket. Företaget gör maskiner som tillverkar komponenter i stål och titan, och har nu en nisch för detaljer i titan där man menar att man är "outstanding" på världsnivå. Tekniken man använder kallas electron beam melting (EBM) där en elektronstråle smälter metallpulver med mycket hög precision. Kommersialiseringen av maskinerna började på allvar 2002, och man har under de senaste fem åren hittat intressanta applikationer inom främst ortopedi och flygindustri. Företaget fick exempelvis i december 2008 en order på fyra EBM-maskiner för tillverkning av turbinblad i titanaluminid (för att uppnå låg vikt vid konstruktion av flygplansmotorer).

Arcam har vuxit till en framgångsrik internationell aktör bland annat tack vare två VINNOVA-finansierade projekt rörande medicinska tillämpningar av FFF-tekniken, vilka Arcam i bägge fallen var projektledare för. Under 2005–2008 beviljades Arcam 1,2 miljoner kronor av VINNOVA för de två FFF-projekten som genomfördes tillsammans med Göteborgs universitet (GU), Integrum och Swerea IVF. Dessa projekt gjorde det möjligt för företaget att våga ta steget in på en ny marknad. Tillsammans med Swerea IVF tog Arcam i ett nästa skede fram en EU-ansökan avseende extraimplantat med lager-till-lagertillverkning. Ansökan föll i ett sent skede, men detta till trots lyckades Arcam ta sig fram till en världsledande ställning för implantat. De kontakter och det kunnande företaget byggt upp var sedan en direkt anledning till att företaget kom med i VINN Excellence Centre i Biomaterial och Cellterapi (BIOMATCELL) (vars ansvarige är samme professor vid GU som företaget samverkat med i de två tidigare projekten). Arcam fick under denna tid även medel från Forska & Väx.

Företaget menar att VINNOVAs stöd totalt sett hade en katalyserande effekt, och från Swerea IVF betonas betydelsen av VINNOVA-stöden. Swerea IVFs roll är värd att särskilt nämnas vad gäller Arcams i dag framstående position inom medicinska tillämpningar. Swerea IVF var projektledare för VINNOVA-projektet MEDeFFF, och med den kunskap man tillägnade sig genom det projektet gick man vidare med andra satsningar. Det var genom Swerea IVF som Arcam senare fick möjlighet att tillämpa sin teknik på det medicinska området. Och detta hade företaget inte gjort utan den möjlighet som Swerea IVF presenterade dem.

Arcams framgångar är endast delvis ett resultat av insatser från Nutek och VINNOVA; den externa aktör som betytt mest för företagets utveckling har varit Industrifonden. Industrifonden gick 1999 in med ett lån om 6 miljoner kronor, och det huvudsakliga skälet till detta var att bolaget bytte teknik. En företrädare för Industrifonden beskriver det som att företaget hade en "fullständigt världsledande teknik inom ett område ingen visste vad det skulle vara till i början". Industrifonden gick in i Arcam i tron att "man skulle ta fram formverktyg i stål för att formspruta plastprodukter med konstiga geometrier" för kunder som Volvo och Ericsson. Den vägen visade sig dock inte vara framkomlig, eftersom verktygen var svåra att ta fram, och för att det var för lågt produktvärde i stål. Då företaget gick över till titan öppnade sig nya möjligheter, och fokus skiftades från verkstadsindustrin till implantat och till rymdindustrin.

FFF är nu en integrerad del av en effektivare produktutveckling och -framställning i svensk tillverkningsindustri. Många företag använder idag tekniken som ett redskap bland andra, men det är baserat på den empiri vi samlat in inte möjligt att belägga om detta kan kopplas tillbaka till Nutek/VINNOVAs satsningar. Det går naturligtvis inte att bortse från IVFs insatser, vilka rimligen bör ha underlättat spridningen av

tekniken, men någon koppling mellan IVFs insatser och det vi kan se idag kan inte ledas i bevis.

0.4.2 Effekter för FoU-utförare

Inom de fem VINNOVA-program vi särskilt studerat finns endast ett projekt inom området friformframställning. Till programmen Effektiv produktframtagning (EP) och Komplexa sammansatta produkter (KSP) inkom ytterligare sju FFF-relaterade ansökningar, som dock alla avslogs:

- EP: En från var och en av LTU, KTH och Swerea IVF
- KSP: Två från Swerea IVF och en från var och en av Lunds universitet (LU) och KTH

Söktrycket har således varit lågt inom FFF, och ansökningarna till EP och KSP ovan var enligt VINNOVA av låg kvalitet. Nytankande var ett krav i EP och KSP, något som sökande från FoU-utförare, med undantag för Malmö högskola (MaH), inte lyckades leva upp till. Projektet som MaH åren 2002–2004 ledde inom EP var ett doktorandprojekt, och doktoranden i fråga arbetar nu efter avlagd examen på Rolls Royce. Projektet gav upphov till ett samarbete i ett senare skede mellan MaH och företagen Arcam och Anordica.

Den enda andra ordningens effekt vi funnit bland FoU-utförare är ovan nämnda VINN Excellence Center BIOMATCELL, i vilket FFF för medicinska tillämpningar utgör en del. BIOMATCELL kan spåras tillbaka till ett VINNOVA-projekt, och hade sannolikt inte kommit till stånd utan denna första finansiering från VINNOVA. I likhet med de andra ordningens effekter vi diskuterat för företagens del, kan detta resultat inte härledas till VINNOVAs fem program, men väl till program som täcks in av en bredare systembetraktelse.

0.5 Delstudie industriell IT

Industriell IT är ett mycket brett och närmast allomfattande begrepp, eftersom IT används i alla tänkbara industriella tillämpningar. Varje försök att här räkna upp de vanligaste tillämpningsområdena skulle sannolikt gå att kritisera för att inte vara rättvisande eller balanserat, varför vi väljer att avstå. VINNOVA betraktar industriell IT i produktframtagningssammanhang som två områden:⁴

- Användning inom produktion och produktionsstyrning där bland annat mätning, mätsystem, sensorer, kontinuerlig övervakning och styrning, spårbarhet, säkerhet och nya metoder för ökad produktivitet är aktuella områden.
- Användning inom utvecklingsstadiet i framtagningen, där till exempel visualisering, modellering, simulering och verifiering är naturliga områden.

Även om vi hade valt att avgränsa denna delstudie till industriell IT i produktframtagningssammanhang hade vi dock sannolikt tagit oss tagit oss vatten över huvudet, eftersom området även med en sådan avgränsning är oerhört omfattande och sannolikt ensamt skulle ha krävt en studie av samma omfattning som hela denna effektanalys för att kunna göras rättvisa. I dialog med VINNOVA beslöts att avgränsningen skulle göras efter två riktlinjer:

- Geometrisäkring, vilket här avser alla aktiviteter som syftar till att minimera effekterna av geometrisk variation i färdig produkt
- De IT-understödda tillverkningsprocesserna formning, skärande bearbetning, värmebehandling och fogning (hädanefter kallat "IT process")

⁴ "Utlysning 2004 i VINNOVAs kunskapsplattform Effektiv Produktframtagning Steg 1", VINNOVA, april 2004.

Dessa avgränsningar, där den förra till del kan ses som en delmängd av den senare, gjordes framförallt mot bakgrund av VINNOVAs insikt i vilken typ av FoU-projekt som inryms inom de fem VINNOVA-program som denna studie främst försöker spåra effekter av. Fördelen med dessa avgränsningar är att de skapar ett någorlunda ”greppbart” objekt med ett överblickbart antal FoU-utförare, vilket innebär en möjlighet att i datainsamling och analys gå på djupet och därmed kunna identifiera relevanta effekter. Nackdelen är givetvis att vi inte på något vis tecknar historien för hela området industriell IT och därmed med säkerhet går miste om ett flertal ”success stories”. Vi tror inte desto mindre att den historia vi nedan tecknar ger värdefulla insikter i väsentliga skeenden inom delar av industriell ITs utveckling och offentliga FoU-finansierars roll i denna. **Vi gör sammanfattningsvis alltså inga som helst anspråk på att i denna delstudie omfatta hela området industriell IT utan endast ett utsnitt av ett mycket stort område.**

0.5.1 Effekter för industrin

För industrins del kan vi dels se vissa första ordningens effekter för de först medverkande företagen, dels vissa andra ordningens effekter som i nästa led uppstått för andra företag.

Första ordningens effekter

Industrirelevant mjukvara utvecklas

När det gäller geometrisäkring har vi noterat att utvecklingen tog fart genom att Volvo Personvagnar (Volvo PV) identifierade ett behov av simulering av s.k. toleranskedjor som kunde täcka in hela kedjan från design och konstruktion till montering av stora delar av de färdiga bilarna, främst när det gäller karosserna, med syfte att få bättre kontroll över den geometriska passningen och därmed öka kvaliteten hos slutprodukten. Man insåg dock att man inte hade den förståelse och den heltäckande kunskap som behövdes och vände sig därför till forskare vid bl.a. CTH. I princip var det alltså företaget som identifierade problemen och sedan tog forskarna över och försökte beskriva och lösa dessa matematiskt.

Ett av de första samarbetena som resulterade i industrirelevant mjukvara var projektet ”3D Tolerance Management” som ingick i Nuteks ITV-program. Volvo PVs heltäckande kvalitetsfilosofi krävde att bättre mjukvara än de då kommersiellt tillgängliga skulle utvecklas och detta gjordes i samarbete med CTH. Resultatet blev den nu kommersiella mjukvaran RD&T, som med början i Volvos 850-modell har nått en omfattande användning vid framtagning av nya bilmodeller inom Volvo PV. Detta samarbete ledde också till bildandet av företaget RD&T Technology AB som senare även har samarbetat med bland andra Volvo Lastvagnar (Volvo LV), Saab Automobile, Ericsson, Geometrics, Caran, Semcon, Volkswagen, Audi, Pininfarina och Lear Corporation. FoU-utförarna har stått för utvecklandet av de matematiska algoritmerna medan industrin har samlat in produktionsdata. Detta har fungerat som input till den modell som FoU-utförarna har byggt upp. Eftersom insamling av produktionsdata för verifiering av simuleringsresultat kräver att man har tillgång till en fabrik skulle det i princip ha varit omöjligt för FoU-utförarna att själva genomföra hela projektet. Samtidigt fanns inom företagen inte den teoretiska kompetensen som skulle krävs för utvecklingen av algoritmerna. När sedan FoU-utförarna har utvecklat sina algoritmer verifierar industrin dessa i en verklig produktionsmiljö.

Inom IT process har ett antal olika simuleringsmetoder utvecklats i samarbete mellan företag och FoU-utförare vilka kommit företagen till nytta. Dessa inkluderar modeller för att prediktera mekaniska egenskaper hos svetsfogar, simultan härdning och formning av borstål för att prediktera mekaniska egenskaper, verktygsslitage och underhållsbehov samt uppbyggnad av korrosionsskydd och hur färgpartiklar fäster på substratet vid målning. Nya arbetssätt, digitala fabriker, standardisering och kostnadsmodeller har också modellerats.

Interna arbetsprocesser utvecklas och snabbas upp

När det gäller geometrisäkring kan vi se att de mjukvaror som utvecklats tillsammans med forskarna har resulterat i att företagens processer för design, konstruktion och serietillverkning går betydligt snabbare. Även företagens arbetssätt har ändrats. Implementeringen av mjukvaran RD&T i geometrisäkringsprocessen sägs till exempel ha medverkat till att Volvo PV kortat ledtiden för att ta fram en ny modell till cirka 25%. Det tog elva år att ta 850-modellen och idag är man nere på en cykel på tre år för att ta fram nya bilmodeller.

Inom IT process finns också exempel på att arbetsprocesser snabbats upp. Simulering av uppbyggnad av korrosionsskydd och målning sker nu hos Volvo PV i realtid där man tidigare prövade sig fram experimentellt, vilket innebär en dramatisk effektivitetshöjning i form av nedkortad utvecklingstid och minskat materialspill. Som resultat av ett annat projekt räknar man med avsevärda tidsbesparingar då en ny mjukvara för simulering av svetsprocessen tas i bruk. Systemet kommer i första hand att användas för att lösa problem som uppstår vid svetsning, men tanken är man i framtiden skall lyckas förhindra att problem uppstår. I ytterligare ett annat projekt kortades ledtiden till produktansättning genom att man utvecklade ett virtuellt stödverktyg för laserhybridsvetsning i konstruktionsprocessen.

Simuleringsförmågan som byggts upp inom både geometrisäkring och IT process har inneburit en ökad förståelse för hela utvecklings- och tillverkningsprocessen, eftersom dessa kan tydliggöras som en virtuell kedja bestående av olika komponenter. Eftersom man i projekten försöker arbeta allt mer med hela kedjan och är beroende av produktionsdata från fabrikerna innebär detta även att man arbetar mer direkt med produktionsavdelningarna istället för via centrala laboratorer eller utvecklingsavdelningar på företagen. Detta leder i sin tur till att arbetssättet nära forskarna sprider sig till andra delar av företaget, i exemplet med Volvo PV där individer från produktionsberedning till dem som arbetar med robot- och svetsprocesser deltar.

De medverkande företagen har också utvecklat en förståelse för hur FoU-utförarna fungerar och åtminstone de stora företagen har inte konkreta förväntningar på att FoU-projekt ska leda till direkt tillämpbara resultat. Samtidigt är dessa samarbeten en nyckelfaktor för att kunna vara konkurrenskraftig i relation till konkurrenter i andra länder.

Företagens kompetens och metoder utvecklas

När det gäller både geometrisäkring och IT process kan vi också se att VINNOVA-programmen tydligt har bidragit till kompetensutveckling inom företagen. Detta har skett genom kompetensutveckling av befintlig personal och genom examensarbetare, industridoktorander och konsulter. Enligt en utomstående bedömare behärskar industrin nu bättre helheten (teori och praktik) och kan bättre artikulera sina problemställningar, vilket gör att de kan diskutera med forskarna på en annan nivå än tidigare. I och med att företag anställt forskarutbildade har de höjt sin absorptionskapacitet, d.v.s. förmåga att samverka med FoU-utförare och dra nytta av och implementera externa FoU-resultat.

Enligt en intervjuperson i industrin finns det genom företagets deltagande i tidigare VINNOVA-projekt nu en öppnare attityd inom företaget till anställda som vill doktorera. Ett VINNOVA-projekt innebar materialbyte för en viss produkt, vilket sänkt kassationerna och samtidigt lett till ökad produktionsstakt. Materialbytet har även inneburit att det är mer kostnadseffektivt att tillverka råmaterialet i Sverige än att importera det från Asien.

Sänkta kostnader

Inom såväl geometrisäkring som IT process medger de modeller och simuleringsverktyg som resulterar från projekten att utvecklingstider kortas ned, ibland dramatiskt. Samma verktyg reducerar också behovet av efterjustering eller kassation av defekta produkter, vilket också det spar tid och dessutom material.

Sammantaget leder detta till avsevärt sänkta utvecklings- och produktionskostnader och därmed i nästa led höjd konkurrenskraft.

Andra ordningens effekter

Teknikspridning mellan fordonstillverkare

Inom både geometrisäkring och IT process kan vi se att fordonstillverkarna har en framträdande roll i utveckling och införande av mjukvara för tillverkningsindustrin. Allteftersom samarbeten mellan företag i olika projektkonstellationer har blivit vanligare har det även skett en teknikspridning till andra företag inom fordonsbranschen. Även mobilitet mellan företagen har bidragit till kompetens- och tekniköverföring. Idag är användning av mjukvaran RD&T ett obligatoriskt element i design, utveckling och tillverkning av lastbilshytter. Enligt en intervjuperson är det bland annat tack vare kontakten med Volvo PV som Volvo LV har kunnat tillverka hyttplattformar åt Renault. Teknikspridningen har blivit praktiskt möjlig genom att Volvo LV kombinerar användning av konsulter med intern kompetensutveckling och rekrytering. I flera projekt inom MERA har samarbetena mellan fordonstillverkarna ytterligare fördjupats, vilket inneburit en successiv förändring i samarbetsmönster som skapat ökad öppenhet och teknikutbyte.

Underleverantörers kompetens och konkurrenskraft stärks

Inom båda delområdena ser vi att underleverantörernas kompetens och konkurrenskraft har stärkts, mycket tack vare forskningsinstitutens, främst Swerea IVFs, insatser. Flera intervjupersoner påpekar att Swerea IVF har fungerat som en viktig länk mellan fordonstillverkarna och deras underleverantörer, som ofta är SMF. Genom mjukvaran RD&T och Swerea IVFs eget databasverktyg DDBS knyts hela underleverantörskedjan mer effektivt ihop med Volvo PV och det skapar en högre grad av kvalitetssäkring i alla led. Fordonstillverkarnas krav på leverantörerna ökar, vilket i sin tur så småningom ökar deras konkurrenskraft gentemot andra kunder. Samtidigt ökar rimligen också Volvo PVs konkurrenskraft genom att företaget kan leverera jämn och hög kvalitet.

Spinoff-företag bildas

Det mångåriga arbetet inom geometrisäkring ledde till bildandet av spinoff-företaget RD&T Technology AB i Mölndal. Företaget uppkom som ett resultat av samarbete mellan Volvo PV och CTH-forskaren Rikard Söderberg. Inom ITV-projektet "3D Tolerance Management" identifierade forskarna att de moduler för geometrisäkring som fanns i kommersiellt tillgängliga CAD/CAM-system endast var till för felsökning sent i produktionskedjan. Volvo PV ville i enlighet med sin kvalitetsfilosofi komma in tidigare i kedjan och forskarna blev därmed tvungna att skriva egen simuleringsmjukvara som man lade utanför CAD-systemen för att slippa uppdatera mjukvaran varje gång CAD-systemen uppdaterades. Eftersom Volvo PV inte vill köpa mjukvaran direkt från CTH bildades företaget RD&T Technology som i sin tur äger mjukvaran RD&T.

Teknikspridning till andra branscher

Forskningen inom både geometrisäkring och IT process har bidragit till ökad användning av simuleringsverktyg inom en rad andra branscher än fordonsindustrin, vilken var bland de tidigaste att implementera simuleringsystem. Inom geometrisäkring har Swerea IVFs databasverktyg DDBS möjliggjort teknikspridning till underleverantörer också utanför fordonsindustrin och bland annat till företag som Husqvarna, Ericsson och Sandvik. Projektanslag från VINNOVA har enligt intervjuuppgifter därvidlag spelat stor roll för att interna entreprenörer kunnat hävda långsiktiga utvecklingsprojekt mot mer kortsiktiga satsningar.

0.5.2 Effekter för FoU-utförare

UoH blir mer attraktiva för industrin

Företagen förstår värdet av att samarbeta med UoH och istället för att bygga upp intern kompetens söker man upp den kompetens som redan finns. Inom

geometrisäkring är CTH, tillsammans med Swerea IVF och FCC, goda exempel på att forskarna fokuserat på ett område som är högst industriellt relevant. Inom IT process bedrivs industrirelevant UoH-forskning främst vid CTH, KTH, LTU och JTH. Det är inte bara doktorander och seniora forskare som anlitas av industrin, utan även examensarbetare bidrar till att indirekt stärka UoHs roll som kunskapskälla. Betydelsen av kompetensutveckling belyses även i enkäterna, där industrin ser det som det viktigaste resultatet av deltagandet. I projektledarenkäten är nya och fördjupade kontakter med industrin det viktigaste personliga resultatet av deltagandet.

Instituten fungerar som brobyggare och teknikspridare

I de projekt inom de fem programmen som är relevanta för industriell IT deltar i stort sett bara två institut, Swerea IVF och FCC. Swerea IVF har gamla anor, men de fem programmen gav en välbehövlig kontinuitet till delar av verksamheten under en mycket svår period med kraftiga neddragningar under seklets början. Det är således för Swerea IVF knappast fråga om att ha byggt kritisk massa, utan snarare att institutet lyckats bibehålla och i och mer MERA möjligen återuppbygga resurser. FCC, som bildades först 2001, har byggt upp sin verksamhet under detta sekel, men endast i liten utsträckning genom de fem programmen.

Instituten fungerar som brobyggare och tar reda på vad företagen behöver och försöker kombinera detta med UoHs behov. Idéerna till samarbetsprojekt framkommer i dialog med företagen eller genom direktkontakter där företagen söker institutens hjälp för att lösa konkreta problemen. Denna typ av kontakter har även resulterat i industridoktorander. Swerea IVF fungerar även som teknikspridare mellan branscher, eftersom institutet samarbetar med företag och UoH också utanför fordonsindustrin. Ett exempel på detta är att databasverktyget DDBS hjälpt leverantörerna att anpassa sig till fordonsindustrins krav. Detta har medfört teknikspridning till exempelvis verktygstillverkaren LID Verktyg och till dess kunder i andra länder samt även företag utanför fordonsindustrin, ex.vis Husqvarna, Ericsson och Sandvik.

Internationellt konkurrenskraftiga FoU-miljöer

Enligt projektledarenkäten till UoH och institut anger 70% att gruppens deltagande i internationella samarbeten har ökat sedan tiden före deltagandet i något av de fem programmen. Av dessa anger 63% att de projekt man deltagit i har haft mycket stor betydelse för de internationella samarbetena. De intervjuade har också uppfattningen att de aktuella programmen har bidragit till att göra deras FoU-miljöer mer internationellt konkurrenskraftiga och till att de blivit mer efterfrågade som samarbetspartner av FoU-miljöer i andra länder.

0.6 Bakgrund

Sverige har en lång och stolt historia som industrination och efter andra världskriget växte sig industrin allt starkare. Tillverkningsindustrin blev vid den här tiden en stark drivkraft i samhällsutvecklingen, men samtidigt tog också den svenska staten ett allt större ansvar för näringslivsutvecklingen i allmänhet och den tekniska utvecklingen i synnerhet. Den högre utbildningen expanderade, branschforskningsinstitut bildades och resurserna till forskning på de tekniska högskolorna förstärktes. Dessutom blev de kraftigt stigande offentliga investeringarna genom infrastrukturella projekt en avgörande del i samspelet mellan stat och tillverkningsindustri.

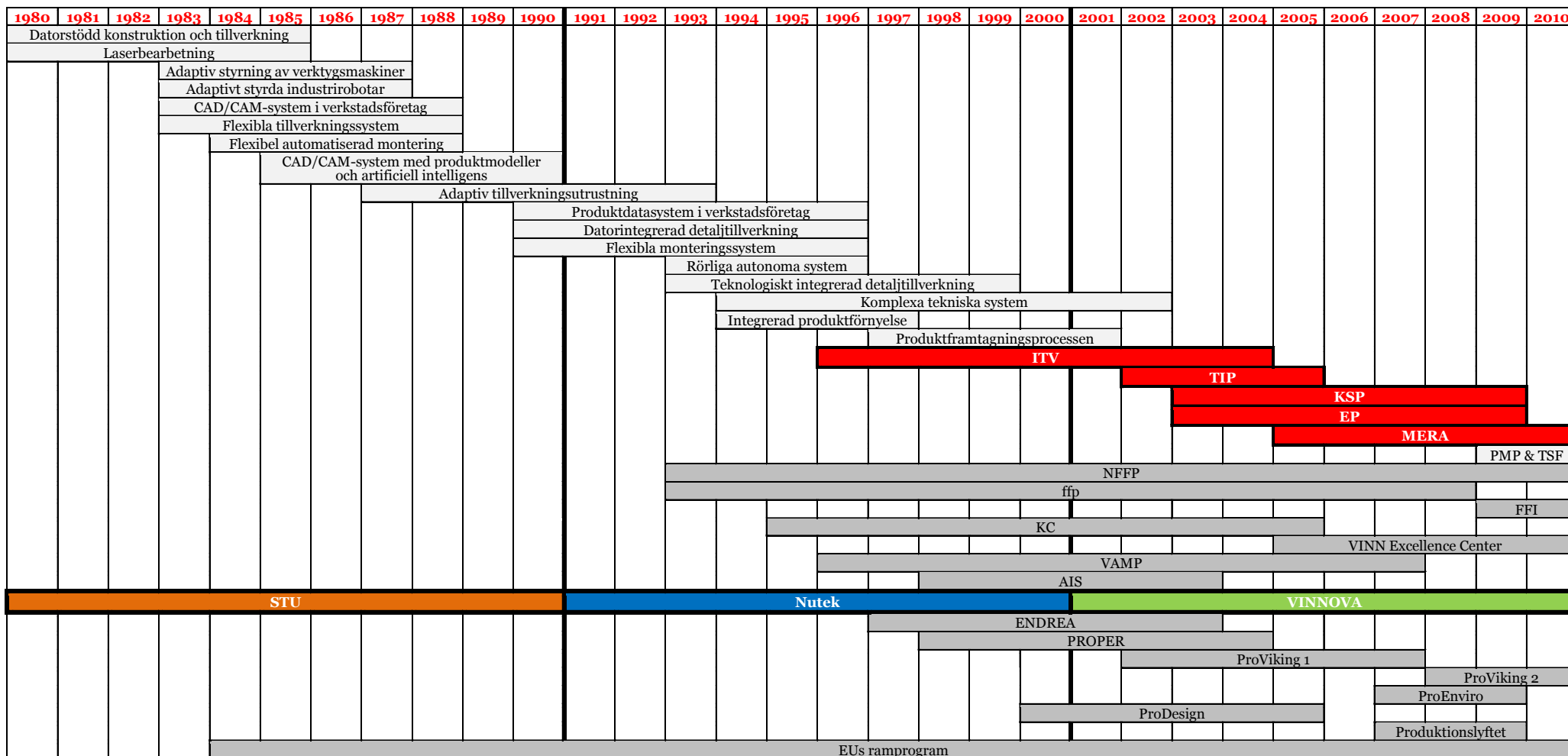
Tillverkningsindustrins företag skulle efter krisen under 1970-talet gå igenom en rad omvälvande strukturförändringar. Många av dessa hade redan påbörjats långt tidigare, men skulle nu öka i styrka på 1980-, 1990- och 2000-talen genom det som har kallats för "den tredje industriella revolutionen". De två enskilt starkaste drivkrafterna bakom denna var *internationalisering* och genombrottet för *informations- och kommunikationsteknologin (IKT)*. Det är drivkrafter med flera dimensioner som har fått långtgående konsekvenser för tillverkningsindustrin. Internationaliseringen har bland annat inbegripit en hårdare global konkurrens, en ökad koncentration och förändrade produktionssystem med allt större inslag av

specialisering och rationalisering. IKT har ökat takten i ovan nämnda internationalisering, men har också haft dramatiska följder för produktion och arbetsdelning i samhället.

Även om tillverkningsindustrin gradvis har minskat i relativ betydelse för nationen (samtidigt som den fortsätter öka i absolut omsättning), så stod den 2007 fortfarande för knappt 15% av BNP och knappt 17% av antalet anställda. Med tanke på att den s.k. sysselsättningsmultiplikatorn för fordonsindustrin har uppskattats till 2,6 (ett arbetstillfälle i fordonsindustrin leder till 1,6 arbetstillfällen inom andra branscher) är dock tillverkningsindustrins betydelse långt större än så. Tillverkningsindustrin står samtidigt för drygt 55% av näringslivets samlade FoU-satsningar, vilket dels indikerar vad som krävs för att upprätthålla internationell konkurrenskraft och dels hur viktig tillverkningsindustrin är för landets industrifinansierade FoU. Endast drygt 6% av tillverkningsindustrins FoU är offentligfinansierad, men denna andel anses av industrin vara mycket viktig eftersom den medger (och ofta förutsätter) ett långsiktigt tänkande som sällan är möjligt i den FoU som egenfinansieras. Detta utgör en viktig del av bakgrunden till statens satsningar på behovsmotiverad FoU av relevans för tillverkningsindustrin.

0.7 Programmen och avgränsningarna

Som framgår av Figur 1 har VINNOVA och dess föregångare Nutek och STU under tre decennier satsat på en lång rad FoU-program av relevans för tillverkningsindustrin inom en rad olika teknikområden.

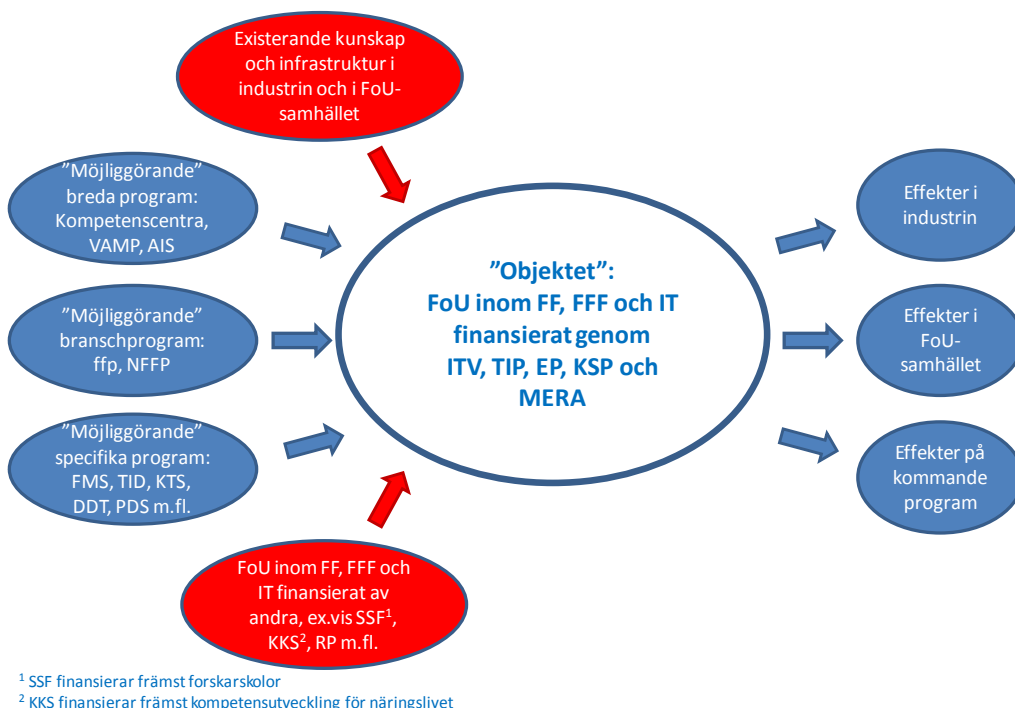


Figur 1 Offentliga FoU-insatser inom produktframtagningsområdet. Insatserna ovanför "STU/Nutec/VINNOVA" utgör dessa myndigheters insatser, de under andra finansierers.

Denna effektanalys har alltså fokuserat på fem program, vilka samtidigt resulterat i en ungefärlig tidsmässig avgränsning (1996 till nutid):

- ITV (IT i verkstadsindustrin, 1996–2004)
- TIP (Tillverkningsindustrins produktframtagning, 2002–2005)
- KSP (Komplexa sammansatta produkter, 2003–2009)
- EP (Effektiv produktframtagning, 2003–2009)
- MERA (Manufacturing Engineering Research Area, 2005–2010)

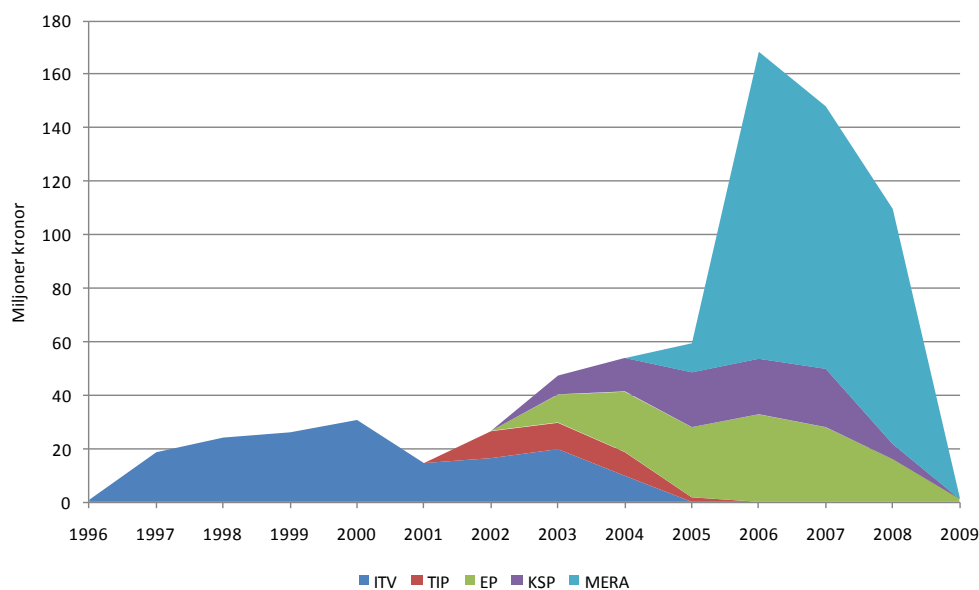
Denna programmässiga avgränsning till trots, insågs tidigt att ett antal andra program också skulle vara väsentliga att ta hänsyn till, främst andra VINNOVA-program, SSFs ProViking och EUs ramprogram, se Figur 1. I arbetet med effektanalysen har vi därför tillämpat ett slags systemsyn där de samlade effekterna av samtliga finansiärers i sammanhanget relevanta FoU-satsningar beaktas; denna kallas ”fem+-ansatsen” och illustreras i Figur 2.



Figur 2 Illustration av fem+-ansatsen där de tre blå ellipserna till vänster illustrerar VINNOVAs och dess föregångares olika FoU-satsningar och den röda ellipsen nedtill andra finansiärers satsningar inom samma områden.

Figur 3 visar de fem programmens samlade offentliga anslag (vilket innebär att MERA ”ligger ovanpå” de andra programmen, inte bakom).⁵ Av denna figur kan vi tydligt utläsa att fördelningen över tid är extremt ojämn och att VINNOVAs offentliga finansiering inom produktframtagningsområdet formligen ”exploderade” när MERA kom igång på allvar 2006. Det ska här noteras att MERA var ett tidsbegränsat regeringsuppdrag.

⁵ Dessa uppgifter baseras på av Nutek och VINNOVA beviljade anslag.



Figur 3 De fem programmens samlade offentliga anslag.

Tabell 1 visar en enkel jämförelse mellan de fem programmen. Som framgår har programmen varit mycket olika vad avser offentlig budget. Det förtjänar dock att här påminnas om att den faktiska omfattningen av programmen är ungefär dubbelt så stor som framgår av tabellen, eftersom industrin satsat minst lika mycket som staten. Antalet deltagande organisationer skiljer sig också markant, där de äldre programmen (ITV och TIP) särskiljer sig från de mer sentida som uppvisar betydligt bredare deltaganden. MERA är det enda av de fem programmen där det i vissa fall fanns företag bland medelsmottagarna.

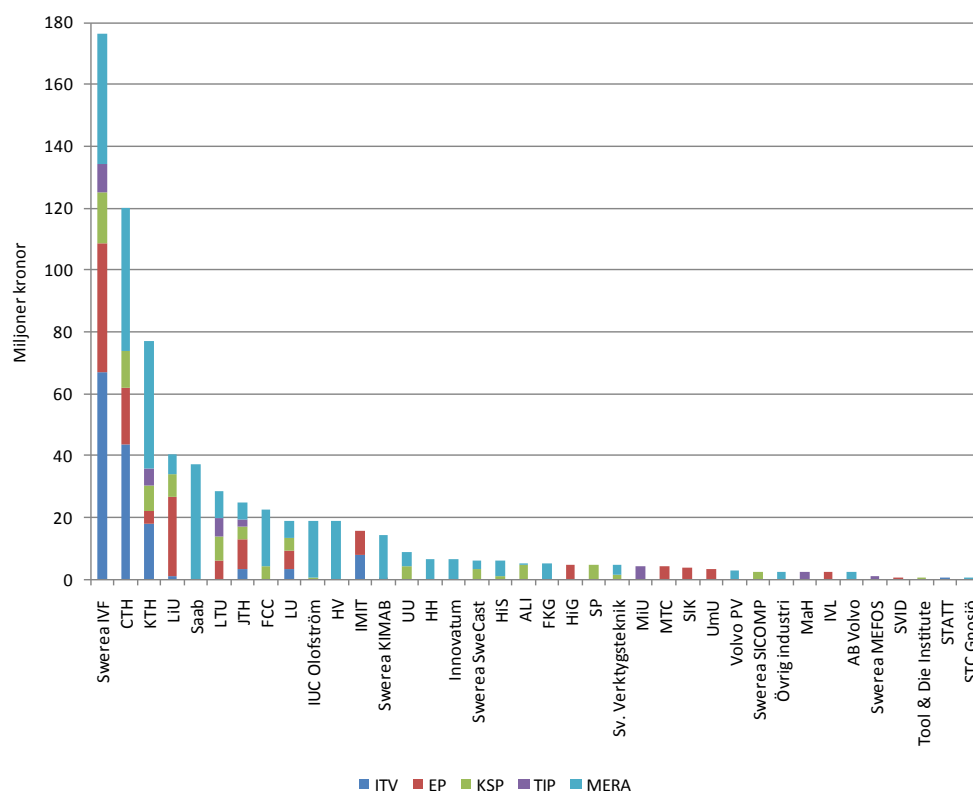
Tabell 1 De fem programmens antal projekt, offentlig budget samt antal unika mottagare av offentliga medel i olika kategorier. I detta sammanhang räknas varje deltagande UoH som en mottagare oavsett hur många institutioner som deltagit. I summeringarna av deltagare per kategori finns ett betydande mått av ”dubbelräkning” eftersom många deltagare deltar i flera program. Budget i miljoner kronor.

	Antal projekt	Offentlig budget	Antal mottagare av offentliga medel				Summa
			Institut	UoH	Företag	Övriga	
ITV	23	145	2	5	0	1	8
TIP	12	31	2	5	0	0	7
EP	35	139	5	8	0	2	15
KSP	19	88	6	8	0	3	17
MERA	56	304	5	10	5	4	24
Summa	145	707	20	36	5	10	71

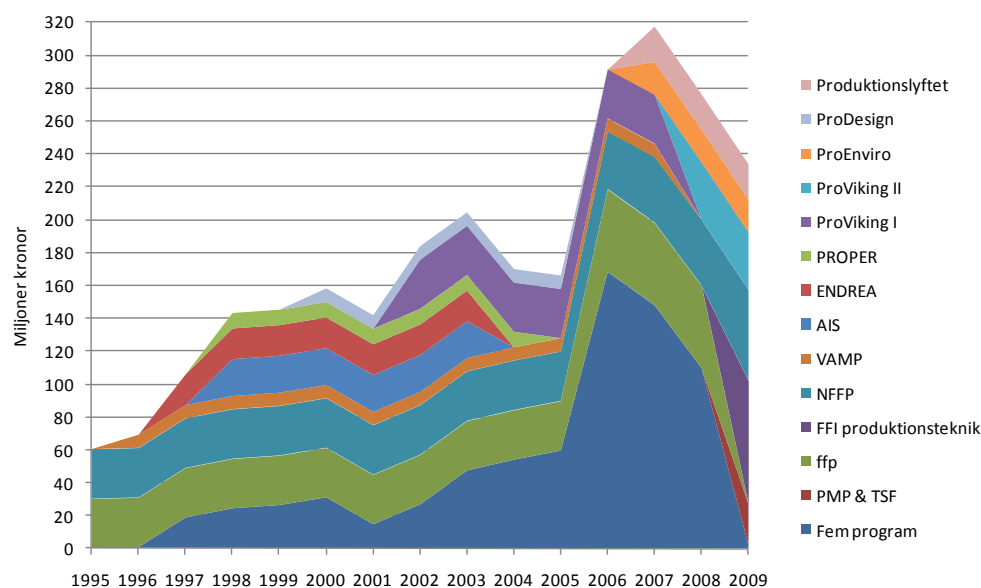
Figur 4 visar fördelningen av de sammanlagda offentliga anslagen från de fem programmen på mottagare.⁶ Swerea IVF är tydligt den FoU-utförare som mottagit i särklass störst anslag, vilket bland annat kan förklaras av att de fem programmen har en inriktning som mycket väl stämmer överens med institutets. Det kan också noteras att CTH, KTH och LiU är stora mottagare av anslag, men eftersom det vid vart och ett av dessa lärosäten är flera institutioner som erhåller anslag, så bör eventuella slutsatser om koncentrerade satsningar dras med viss försiktighet. Det kan noteras att elva (svenska) forskningsinstitut och 15 UoH deltagit, vilket innebär en relativt god spridning över landet.

Figur 5 illustrerar tydligt behovet av en systemsyn på FoU-finansieringen vid bedömning av effekterna. De fem programmen utgjorde, till dess MERA kom igång på allvar 2006, inte ens hälften av den offentliga finansieringen inom området, vilket tydligt talar för en betydande försiktighet i attribueringen i analysens delstudier. Denna figur ger dock inte heller den hela bilden. Å ena sidan saknas finansieringen från EUs ramprogram helt, vilken är av avsevärd omfattning, men dessvärre finns inte sådana uppgifter samlade. Å andra sidan är det naturligtvis inte så att all den finansiering som visas i figuren används till FoU inom produktframtagningområdet, särskilt inom de ”andra programmen” (alltså de som ligger ovanpå de fem programmen).

⁶ Också dessa uppgifter baseras på av Nutek och VINNOVA beviljade anslag och tar hänsyn till transfereringar av anslag från projektkoordinator till annan projektpartner.



Figur 4 Slutmottagare av offentliga anslag från de fem programmen.



Figur 5 De samlade offentliga anslagen från FoU-program av relevans för tillverkningsindustrin. De fem programmen har i denna figur för tydlighets slagits ihop till det understa mörkblå fältet (jmf. Figur 3). Notera att ordningen i teckenförklaringen är densamma som i figuren (nerifrån och upp).

0.8 Genomförande

Denna effektanalys har på uppdrag av VINNOVA genomförts under perioden april 2009–januari 2010 av Faugert & Co Utvärdering AB. De datainsamlings- och analysmetoder som använts är:

1. 14 sonderande intervjuer
2. Litteraturstudier
3. Databasstudier:
 - i) SCBs, Eurostats och OECDs näringslivsdatabaser
 - ii) VINNOVAs databas över projektfinansiering
 - iii) VINNOVAs databas över svenskt deltagande i EUs ramprogram
 - iv) VINNOVAs databas över svenskt näringsliv
 - v) EUREKAs databas över projektdeltagande
4. 40 djupintervjuer, främst med projektdeltagare
5. Kortintervjuer
6. Enkäter:
 - vi) Enkät till de fem programmens deltagare inom industrin
 - vii) Enkät till de fem programmens projektledare inom UoH och institut
7. Rekonstruktion av effektlogiker
8. Kartläggning av humankapitalrörlighet
9. Kartläggning av spin-off-företag
10. Referensgrupp och tolkningsseminarium

1. Inledning

1.1 Uppdraget

VINNOVA ska enligt sitt regleringsbrev ”genomföra minst två effektutvärderingar avseende olika insatser. De insatser som analyseras ska vara av budget- och verksamhetsmässig betydelse. Effektanalyserna ska omfatta beräkningar av de effekter i form av hållbar tillväxt och förnyelse som FoU-stödet från myndigheten och eventuellt dess företrädare medfört. Myndigheten ska också analysera hur insatsformer och bedömningskriterier påverkat resultaten. Uppdraget ska redovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast den 22 februari 2010.”⁷

Mot denna bakgrund har VINNOVA givit Faugert & Co Utvärdering AB i uppdrag att genomföra en effektanalys av ett urval av **strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri**, vilka bedöms vara områden som representerar en viktig del av VINNOVAs verksamhet och som bedöms vara betydelsefulla för hållbar tillväxt.

Uppdraget var till en början avsiktligt mycket fritt formulerat och avsåg att bidra till ökad förståelse för breda och ej branschspecifika FoU-insatser inom processområdet i vid bemärkelse. Bland de konkreta insatser som uppdraget förslagsvis skulle kunna analysera effekterna av fanns insatser för:

- Att öka tillämpningen av IT i tillverkningsindustrin
- Effektiv produktframtagning och så kallad funktionsförsäljning
- Ständiga förbättringar av processer inom produktion
- Så kallad ”desktop manufacturing” (friformsframställning)

Dessa kandidater var utvalda med tanke på att de under en lång tid inte ansetts högprioriterade, utan i stor utsträckning ”verkat i det tysta”. VINNOVA var också intresserad av att undersöka möjliga tidiga effekter av insatser inom dessa områden. De **effekter** som VINNOVA ville att effektanalysen skulle fokusera på skulle primärt eftersökas i **industrin**, medan effekter på UoH och institut skulle betraktas ur perspektivet av hur dessa understödjer och bidrar till effekter i industrin. Eventuella effekter i den tredje delen av triple helix-ansatsen (myndigheter och ”samhälle”) skulle likväl behandlas, men inte utgöra någon stor del av den totala analysen. Uppdraget inleddes med en förstudie under vilken inriktning, avgränsningar och metodval för huvudstudien utkristalliserades, se avsnitt 1.2.

Det huvudsakliga motivet till effektanalysen var att skapa förståelse för **på vilket sätt** VINNOVAs och dess företrädares insatser resulterat i effekter och **av vilket slag** dessa effekter är. Effektanalysen kan också betraktas som en del av metodutvecklingen av VINNOVAs effektanalyser, eftersom uppdraget inte utgick från någon specifik insats, utan skulle utgå från FoU-områden.

1.2 Förstudie

Datinsamlingen i förstudien bestod väsentligen av ett antal sonderande intervjuer med representanter för näringslivet, forskningsinstitut, universitet och högskolor (UoH) samt FoU-finansiärer i avsikt att bättre definiera effektanalysens inriktning, avgränsningar och metodval. Insikterna vunna i dessa intervjuer samt begränsade dokumentstudier ledde fram till ett förslag till mer konkret inriktning och ett antal

⁷ ”Regleringsbrev för budgetåret 2009 avseende Verket för innovationssystem inom utgiftsområde 24 Näringsliv”, Näringsdepartementet, 2008-12-18.

högst preliminära hypoteser, vilka genom en serie möten med VINNOVA ledde fram beslutet att huvudstudien skulle fokuseras på följande tre områden:

- Funktionsförsäljning (nedan förkortat "FF")
- Friformsframställning (nedan förkortat "FFF")
- Industriell IT (nedan förkortat "IT")

I förstudien gjordes bedömningen att FF och FFF borde vara tillräckligt avgränsade i sig, medan IT-området ansågs vara så brett och närmast "allomfattande" att det under huvudstudiens genomförande skulle kräva en ytterligare avgränsning, vilken dock förstudien inte gav tillräckligt underlag för.

Mot bakgrund av detta val av områden, beslöts på VINNOVAs rekommendation att fokus för effektanalysen skulle läggas vid följande VINNOVA-program, vilket samtidigt resulterade i en ungefärlig tidsmässig avgränsning (1996 till nutid):

- ITV (IT i verkstadsindustrin, 1996–2004)
- TIP (Tillverkningsindustrins produktframtagning, 2002–2005)
- KSP (Komplexa sammansatta produkter, 2003–2009)
- EP (Effektiv produktframtagning, 2003–2009)
- MERA (Manufacturing Engineering Research Area, 2005–2010)

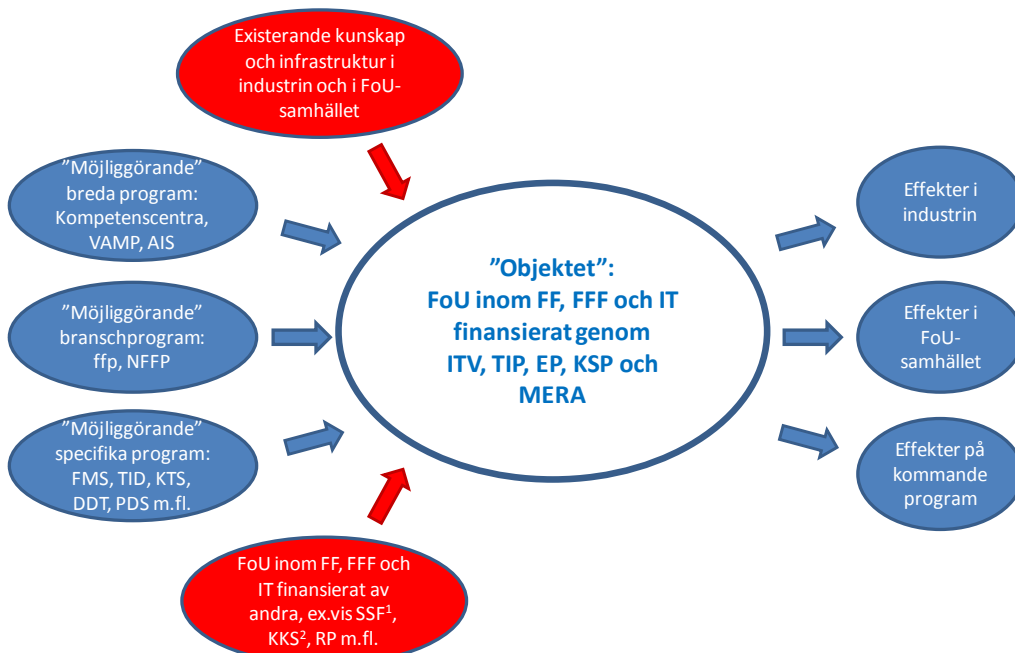
Dessa fem program benämns härnäst "de fem programmen" eller "VINNOVAs fem program" (trots att ITV startades av Nutek). Denna programmässiga avgränsning till trots, insågs redan i förstudien att ett antal andra program skulle komma att visa sig väsentliga att ta hänsyn till. De som baserat på de sonderande intervjuerna och diskussionerna med VINNOVA preliminärt bedömdes mest betydelsefulla (i detta avseende – ej i prioritetsordning) var:

- NFFP (Nationella flygtekniska forskningsprogrammet, 1993–)
- ffp (fordonsforskningsprogrammet, 1993–2008)
- KC (Kompetenscentra, 1995–2003)
- VINN Excellence Center (2005–)
- VAMP (Verkstadsindustrins användning av material i sina produkter, 1996–2007)
- AIS (Aktiv industriell samverkan, 1998–2003)
- ENDREA (Engineering Design Research and Education Agenda, 1997–2003)
- PROPER (Production Engineering Education and Research, 1998–2004)
- ProViking 1 (2002–2007)
- ProDesign (2000–2005)
- EUs ramprogram för forskning och utveckling (1984–)

Utöver dessa program finns ett antal Nutek-program som lagt grunden för ITV, TIP, KSP, EP och MERA, vilka betraktas som en del av den historiska kontexten; mer om dem i kapitel 3. Dessutom finns flera nyare program, vilka dock i huvudsak torde vara så pass nya att de inte hunnit generera några observerbara effekter än. (Som synes inför vi efterhand ett stort antal akronymer, vilka dock finns samlade i bilaga A.)

Programmen i listorna ovan har haft/har ett flertal olika huvudmän, förutom VINNOVA Nutek (ITV, KC, VAMP, AIS), Försvarets Materielverk (FMV) (NFFP), Programrådet för fordonsforskning (PFF) (ffp), Stiftelsen för Strategisk Forskning (SSF) (ENDREA, PROPER, ProViking 1), Stiftelsen för kunskaps- och kompetensutveckling (KKS) (ProDesign) och Europeiska kommissionen (EUs

ramprogram). Med tanke på SSFs fokus på forskarskolor, KKS fokus på nya högskolor och på kompetensutveckling i näringslivet i samarbete med högskolor samt ramprogrammets fokus (inom de här aktuella områdena) på behovsmotiverad och industriledd FoU, formulerades i förstudien också en hypotes om komplementaritet mellan olika finansiärer. Med ett så pass omfattande och mångfacetterat FoU-finansieringslandskap insågs på ett tidigt stadium av förstudien att det knappast är rimligt att förevänta sig att kunna tillskriva VINNOVAs fem program en viss observerad effekt. Förstudien förordar således en systemsyn där de samlade effekterna av samtliga finansiärer av i sammanhanget relevant FoU som utförts i Sverige ska beaktas. Vi kallar detta ”fem+-ansatsen”, vilken illustreras i Figur 6.



¹ SSF finansierar främst forskarskolor

² KKS finansierar främst kompetensutveckling för näringslivet

Figur 6 Illustration av fem+-ansatsen där de tre blå ellipserna till vänster illustrerar VINNOVAs och dess föregångares olika FoU-satsningar och den röda ellipsen nedtill andra finansiärers satsningar inom samma områden.

1.3 Genomförande

Förstudien genomfördes under april–maj 2009 av Tomas Åström, Tommy Jansson och Sven Faugert. Huvudstudien genomfördes juni 2009–januari 2010 av Tomas Åström, Tommy Jansson, Pauline Mattsson, Sven Faugert, Jakob Hellman och Erik Arnold. Tomas Åström har varit projektledare för hela uppdraget.

De datainsamlings- och analysmetoder som använts är:

1. 14 sonderande intervjuer (förstudie); intervjupersonerna återfinns i bilaga B
2. Litteraturstudier:
 - i) Vissa litteraturstudier (förstudie)
 - ii) Omfattande litteraturstudier (huvudstudie)
3. Databasstudier:
 - i) SCBs, Eurostats och OECDs näringslivsdata-baser
 - i) VINNOVAs databas över projektfinansiering
 - ii) VINNOVAs databas över svenskt deltagande i EUs ramprogram

- iii) VINNOVAs databas över svenskt näringsliv
- iv) EUREKAs databas över projektdeltagande
4. 40 djupintervjuer; intervjupersonerna återfinns i bilaga B
5. Ett oräknat antal kompletterings- respektive kortintervjuer
6. Enkäter:
 - i) Enkät till de fem programmens deltagare inom industrin; enkäten återfinns i bilaga C
 - ii) Enkät till de fem programmens projektledare inom UoH och institut
7. Rekonstruktion av en effektlogik per delområde
8. Kartläggning av humankapitalrörlighet
9. Kartläggning av spin-off-företag
10. Referensgrupp och tolkningsseminarium:
 - i) Utvärderingen har fått hjälp av en referensgrupp, bl.a. i utformning av enkätfrågor och i kommenterande av rapporten. Referensgruppen har bestått av:
 - Johan Ancker, Teknikföretagen
 - Monika Bellgran, Haldex
 - Bengt-Olof Elfström, Volvo Aero (VAC)
 - Lennart Kallerdahl, f.d. Volvo Personvagnar (Volvo PV)
 - Mats Lundin, Swerea IVF
 - Christer Norström, Mälardalens högskola (MdH)
 - Olle Vogel, KKS
 - ii) 2009-12-08 genomfördes ett tolkningsseminarium på VINNOVA, vid vilket gjorda observationer och preliminära slutsatser presenterades och diskuterades. Vid tolkningsseminariet deltog (utöver Faugert & Co):
 - Johan Ancker, Teknikföretagen
 - Bengt-Olof Elfström, VAC
 - Lars Frenning, SSF
 - Margareta Groth, VINNOVA
 - Cecilia Sjöberg, VINNOVA
 - Peter Stern, VINNOVA
 - Olle Vogel, KKS

VINNOVA har i detta uppdrag huvudsakligen representerats av Peter Stern, Margareta Groth och Ulf Holmgren, vilka på ett kreativt och hjälpsamt sätt bidragit till att uppdraget utvecklats väl trots ett flertal mer eller mindre oförutsedda problem som uppstått. Vi har under uppdragets gång fått mycket hjälp av ett antal VINNOVA-medarbetare och skulle särskilt vilja tacka Margareta Groth, Peter Stern, Ulf Holmgren, Sandra Olivera, Jonny Ullström, Kenth Hermansson, Rolf Nilsson, Göran Persson och Bengt Johansson för omfattande mängder data (och hjälp med tolkningen av dem) samt för insikter om programmens genomförande.

Vi vill också framföra våra tack till ett stort antal intervjupersoner och enkätrespondenter som välvilligt ställt sin tid till förfogande. Flera representanter för

de FoU-miljöer vi särskilt studerar i delstudierna har dessutom lagt ned extra mycket tid på att förse oss med diverse underlag och för att besvara en lång rad frågor.

1.4 Rapportens struktur

Efter detta inledningskapitel följer i **kapitel 2** en bakgrundsbeskrivning som dels översiktligt rekapitulerar svensk tillverkningsindustris historia och dels beskriver dess samhällseliga betydelse i såväl ett nationellt som ett globalt perspektiv. **Kapitel 3** beskriver därefter FoU-program inom produktframtagningområdet, såväl Nutek/VINNOVAs som andra finansiärers. Detta kapitel ger också en grundläggande insikt i de mest relevanta programmens ekonomiska omfattning och tidsutdräkt.

Kapitel 4 beskriver de två enkäterna och sammanfattar vissa övergripande resultat från dessa. **Kapitel 5** sammanfattar resultaten för de doktorander som delfinansierats genom de fem programmen, inklusive lärosäte för examen och nuvarande arbetsplats. För de företag som deltagit i de fem programmen sammanfattas i **kapitel 6** deras deltagande i EUs ramprogram och i EUREKA-programmet.

Huvuddelen av rapporten ägnas åt kapitlen 7–9, vilka beskriver de tre delstudier vi genomfört för att på djupet söka effekter av VINNOVAs fem program och 5+-ansatsen. I dessa tre kapitel hänvisar vi till kapitlen 3–6 och använder oss särskilt av enkätresultat som stratifierats för respektive delstudie. **Kapitel 7** beskriver således effekterna av FoU-satsningar på funktionsförsäljning (FF), medan **kapitel 8** gör detsamma för friformsframställning (FFF). **Kapitel 9** beskriver sedan den delstudie vi gjort inom *ett litet utsnitt av* det allomfattande området industriell IT. Inför detta kapitel är det viktigt att inse att vi inte gör några anspråk på att beskriva eller på något vis täcka in hela området industriell IT – det skulle sannolikt tarva en egen studie av samma kaliber som denna – utan endast en delmängd som definieras utifrån de fem programmen, se vidare kapitel 9.

Kapitel 10 sammanfattar effektanalysen som helhet och reflekterar över vilka övergripande slutsatser som är möjliga att dra. Kapitlet avslutas med några tentativa policyslutsatser.

Sist i rapporten återfinns fem bilagor. **Bilaga A** sammanställer den omfattande mängd akronymer som används i rapporten. **Bilaga B** räknar upp de personer som intervjuats, medan **bilaga C** återger den webenkät som sändes ut till projektdeltagare från industrin. **Bilaga D** sammanställer mottagarna av de offentliga medlen program för program. **Bilaga E** sammanställer de svenska företag som deltagit i något projekt inom de fem programmen som också deltagit i EUs ramprogram.

2. Svensk tillverkningsindustris utveckling

Detta kapitel avser översiktligt beskriva svensk tillverkningsindustris utveckling, liksom dess betydelse för Sverige och dess betydelse i ett internationellt sammanhang. För att kunna använda oss av statistik som stöd har vi i samråd med VINNOVA definierat tillverkningsindustrin som SNI 2002-koderna 28–36, 721 och 722⁸ om inget annat anges (vilket i så fall betyder att den befintliga statistiken ibland skiljer sig åt något). Denna definition inkluderar produkter som ”vanligen innehåller ett antal komponenter samt delsystem och/eller olika teknologier såsom mekanik, hydraulik, elektronik, programvara etc.”⁹. Därmed exkluderas mer processororienterad industri såsom massaindustri, pappersindustri och kemisk industri. Definitionen inkluderar även maskinvarukonsulter och system- och programvarukonsulter, eftersom de aktuella programmen (jmf. avsnitt 1.2) innehåller ett betydande antal projekt med deltagande av företag som ingår i dessa kategorier.

Under framställningen av den historiska utvecklingen och strukturomvandlingar i en bredare benämning tar vi viss hänsyn till hela den tillverkande industrin i Sverige, även om tonvikten även här kommer att ligga på just verkstadsindustrin (vilken grovt sett motsvaras av SNI-koderna 28–36).

2.1 Tillverkningsindustrins historiska bakgrund

Vägen från jordbrukssamhälle till industrisamhälle började Sverige att vandra under 1800-talet, med allt snabbare takt under senare delen av samma århundrade. I synnerhet under slutet av 1800-talet accentuerades utvecklingen, både i Sverige och internationellt – vilket har benämnts som ”den andra industriella revolutionen”¹⁰. Framförallt inom verkstadsindustrin placerade sig Sverige i framkant vad gäller industriella innovationer och företag som SKF, Atlas Copco, ASEA, Separator (sedermera Alfa Laval) och LM Ericsson åtnjöt framgångar. Dessa specialiserade företag, även kallade geniindustrier, bidrog starkt till att den svenska exporten ökade kraftigt och handelsbalansen utvecklades positivt¹¹. Eftersom hemmamarknaden i Sverige var för liten, tvingades företagen tidigt ut på exportmarknaden.

Efter första världskriget och den ekonomiska kris som följde, tog bankerna över många av Sveriges stora tillverkningsföretag (storfinanserna tar över från entreprenörerna) och en mer ägarkoncentrerad och rationaliserad verkstadsindustri utvecklades återigen starkt under senare delen av 1930-talet. Standardiserad masstillverkning enligt Fords modell hade nu blivit till en produktionsfilosofins ledstjärna och till detta sällade sig en rad nya organisationsprinciper och rationaliseringsinstrument. Den positiva utvecklingen fortsatte över och efter andra världskriget och både produktiviteten och antalet anställda sköt i höjden.

⁸ SNI 2002: 28 Tillverkning av metallvaror utom maskiner och apparater; 29 Tillverkning av maskiner som ej ingår i annan underavdelning; 30 Tillverkning av kontorsmaskiner och datorer; 31 Tillverkning av andra elektriska maskiner och artiklar; 32 Tillverkning av teleprodukter; 33 Tillverkning av precisionsinstrument, medicinska och optiska instrument samt ur; 34 Tillverkning av motorfordon, släpfordon och påhängsvagnar; 35 Tillverkning av andra transportmedel; 36 Tillverkning av möbler; annan tillverkning; 721 Konsultverksamhet avseende maskinvara; 722 Konsultverksamhet avseende system- och programvara.

⁹ K. Säfsten och G. Johansson, ”Forskningsverksamhet inom produktframtagning i Sverige – en ögonblicksbild år 2004”, VINNOVA VA 2005:06, 2005.

¹⁰ L. Schön, ”Entreprenörer i den tidiga industrialiseringen” i E. Giertz (red.) ”Då förändras Sverige”, Studentlitteratur, 2008.

¹¹ E. Giertz, ”Människor i Scania under 100 år”, 1991.

Tillverkningsindustrin blev vid den här tiden ”drivkraften i hela samhällsutvecklingen”¹². Samtidigt tog också den svenska staten ett större ansvar för näringslivsutvecklingen i allmänhet och den tekniska utvecklingen i synnerhet. Den högre utbildningen expanderade, branschforskningsinstitut bildades och resurserna till forskning på de tekniska högskolorna förstärktes. Dessutom blev de kraftigt stigande offentliga investeringarna genom infrastrukturella projekt en avgörande del i samspelet mellan stat och tillverkningsindustri. En samarbetsform som etablerades gick under benämningen *utvecklingspar*, där en privat leverantör och en statlig beställare ofta kunde utveckla en nära relation på lång sikt. De tydligaste exemplen utgjordes av ASEA och Vattenfall, ASEA och Statens Järnvägar, LM Ericsson och Televerket samt Saab och Försvarets Materielverk¹³.

Perioden 1950–1970 innebar en tredubbling av industriproduktionen och i synnerhet metall- och verkstadsindustrin var framgångsrik (men även pappers- och massaindustrin).¹⁴ Mer i detalj handlade det om maskinindustri (SKF, Alfa Laval, Facit och Atlas Copco), bilindustri (Volvo, Saab och Scania-Vabis), elektroteknisk industri (ASEA, LM Ericsson och Electrolux) samt varvsindustri (Eriksberg, Götaverken, Lindholmen, Kockums och Landskronavarvet). Verkstadsindustrins andel av den totala svenska exporten ökade kraftigt under perioden och i mitten av 1970-talet stod den för omkring hälften av denna¹⁵.

Snart skulle dock den långa guldåldern vara över. 1970-talet utgjorde arenan för en stor omvandlingsprocess som i högsta grad påverkade den svenska tillverkningsindustrin för överskådlig tid. Oljeprischocker, stagflation (en kombination av inflation och stagnation) och skuldkriser blev ingredienser i något som ledde till en drastisk minskning av tillväxten för tillverkningsindustrin. Framförallt gruvor, stålverk, massabruk samt varv drabbades kraftigt och såväl det statliga ägandet som nedläggningar av industri ökade som en följd av detta. Den enskilt allvarligaste krisen stod den svenska varvsindustrin för. Ökad global konkurrens och en kraftig efterfrågenedgång ledde till att enorma summor i form av industristöd betalades ut och slutligen att det statliga Svenska Varv tog över samtliga storvarv. En bit in på 1980-talet hade dock samtliga av dessa stängts ned för gott¹⁶.

Tillverkningsindustrins företag skulle under tiden efter 1970-talskrisen gå igenom en rad omvälvande strukturförändringar. Många av dessa hade redan påbörjats långt tidigare, men skulle nu öka i styrka på såväl 1980-, 1990- och 2000-talen genom det som har kallats för ”den tredje industriella revolutionen”¹⁷. De två enskilt starkaste drivkrafterna bakom denna var *internationalisering* och genombrottet för *informations- och kommunikationsteknologin* (IKT). Det är drivkrafter med flera dimensioner som har fått långtgående konsekvenser för tillverkningsindustrin. Internationaliseringen har bland annat inbegripit en hårdare global konkurrens, en ökad koncentration och förändrade produktionssystem med allt större inslag av specialisering och rationalisering¹⁸. IKT har ökat takten i ovan nämnda internationalisering (vilket till viss del har skapat begreppet ”globalisering”), men har

¹² E. Giertz, ”Människor i Scania under 100 år”, 1991.

¹³ S. Sörlin, ”Institutssektorn, högskolan och det svenska innovationslandskapet”, Arbetsrapport 2004:31, SISTER, 2004.

¹⁴ L. Magnusson, ”Sveriges ekonomiska historia”, Norstedts, 2002.
L. Schön, ”En modern svensk ekonomisk historia: tillväxt och omvandling under två sekel”, SNS Förlag, 2007.

¹⁵ E. Giertz, ”Människor i Scania under 100 år”, 1991.

¹⁶ L. Schön, ”En modern svensk ekonomisk historia: tillväxt och omvandling under två sekel”, SNS Förlag, 2007.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ O. Broberg, ”Verkstadsindustri i globaliseringens tidevarv. En studie av SKF och Volvo 1970–2000”, GU, 2006.

också haft dramatiska följder för produktion och arbetsfördelning. Det är båda drivkrafter som naturligtvis har påverkat alla branscher och marknader, men här ska vi koncentrera oss på konsekvenserna för den svenska tillverkningsindustrin. De stora strukturomvandlingarna i form av *specialisering och rationalisering* behandlas i ett separat avsnitt och som ett delkapitel kommer även *kunskapens ökade betydelse* tas upp i avsnittet "Tillverkningsindustrins FoU-investeringar och statens roll".

2.1.1 Internationalisering

De stora tillverkningsföretagen i Sverige hade till viss del internationaliserats redan innan första världskriget och befäste sina globala karaktärer under 1900-talets gång. I en liberaliserad världshandel kunde den svenska exporten accelerera i mitten av förra seklet och svensk industri som helhet blev än mer beroende av omvärlden. Det var exporten av framförallt maskiner och transportmedel som stod för den kraftigaste ökningen¹⁹.

Något som dock var nytt under 1980-talet, då i samband med en kraftig globaliseringstrend (och några år senare utvecklingen av EUs inre marknad) som eldades på genom avregleringen av den svenska kapitalmarknaden, var att storföretagen organiserade sig på ett än mer genomtänkt sätt och att den internationella dimensionen fördjupades. Som Broberg formulerar det gick många företag från att vara mångnationella, med i praktiken självständiga dotterbolag, till att bli internationella²⁰. Tillgången till fler marknader bidrog även till att exportandelen vid den här tiden ökade kraftigt bland industriprodukterna, och specifikt för nischbetonade verkstadsprodukter. De produktionsökningar som tillverkningsindustrins företag stod för hamnade dock till stor del utomlands, med det för nationen så viktiga undantaget fordonsindustrin, vilken i stor utsträckning behöll sin produktion inom landet²¹.

Samtidigt som de svenska utlandsinvesteringarna vid den här tiden alltså sköt i höjden så blev ett stort antal svenska industriföretag uppköpta av utländska investerare, alternativt gick samman med utländska bolag i fusioner. Den ekonomiska bakgrunden som lockade investerarna var den år 1992 övergivna fasta växelkursen tillsammans med den nämnda avregleringen av kapitalmarknaden och den djupa lågkonjunkturen²². ABB, Autoliv, Saab Automobile och AGA är alla exempel på företag som har fått utländska ägare alternativt gått samman med utländska företag. Branschen uppvisade sammantaget en starkt tilltagande ägarkoncentration såväl som geografisk koncentration²³.

En avgörande betydelse av internationaliseringen och integreringen av världsekonomin har varit den ökade konkurrensen. Som det uttrycks i en IVA-rapport så har *"en huvudtendens i specialiseringsmönstret inom industrin länge varit att mogen verksamhet med kända tillverkningsprocesser som i huvudsak bedrivs med lågutbildad personal kommit att bedrivas i länder där den allmänna kostnadsnivån är låg"*²⁴. I utvecklingsländer har man också satsat på billiga versioner av mer komplicerade och dyra produkter, som till exempel indiska fordonstillverkaren Tata.

¹⁹ L. Schön, "En modern svensk ekonomisk historia: tillväxt och omvandling under två sekel", SNS Förlag, 2007.

²⁰ O. Broberg, "Verkstadsindustri i globaliseringens tidevarv. En studie av SKF och Volvo 1970–2000", GU, 2006.

²¹ L. Magnusson, "Sveriges ekonomiska historia", Norstedts, 2002.

²² O. Broberg, "Verkstadsindustri i globaliseringens tidevarv. En studie av SKF och Volvo 1970–2000", GU, 2006.

²³ E. Giertz, "Människor i Scania under 100 år", 1991.

²⁴ "Made in Sweden. Produktion för konkurrenskraft – syntesrapport", IVA, 2005.

Den internationella konkurrensen har drabbat de mer utvecklade industrinationerna så att hela industrigrenar i några fall har slagits ut. För Sverige var textilindustrin det första exemplet och varvsindustrin följde snart efter. Konkurrensen har alltså inneburit ett rationaliseringsstryck tillsammans med en handelsliberalisering som har drivit på en ökad specialisering och omstrukturerat leverantörsrelationer. Samtidigt blev det ännu viktigare att utveckla och lansera nya produkter, vilket ökade betydelsen av FoU-verksamheten²⁵. Den svenska tillverkningsindustrin blev tvungen att möta konkurrensen med djup kunskap inom några få områden. Innan vi utvecklar detta resonemang vidare ska vi dock diskutera den viktiga tekniska utvecklingen inom IKT-området.

2.1.2 Informations- och kommunikationsteknologi

Tekniska förändringar har alltid drivit den industriella utvecklingen och ökat kunskapsmassan i företagen. Genombrottet för mikroelektroniken och för IKT skulle nu innebära att mer kunskap kunde utnyttjas i produktionen och naturligtvis leda till nya produkter och produktutveckling men även till att förändra processer och processutveckling²⁶. Magnusson kallar det för en ”ny teknologisk regim”²⁷.

I Sverige låg tillverkningsindustrin tidigt i framkant vad gäller elektronisk utveckling. Redan på 1960-talet var Sverige det robottätaste landet i världen med NC-teknik (numeriskt styrda verktygsmaskiner) och företagen utvecklade både styrsystem för storskaliga tunga processindustrier och användning av industrirobotar i verkstadsindustrin. Den tilltagande automatiseringen av tillverkningssystemen skulle snart leda till rent datorstöd i konstruktionsarbetet och på 1980-talet dök CAD/CAM-teknologin (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) upp tillsammans med FMS (flexible manufacturing systems), system för automatisk materialhantering. Även på dessa båda områden höll sig Sverige långt framme och tillverkningsföretagen investerade under den här tiden tungt i ny teknik²⁸. Under 1990-talet kunde även företagens administrativa system integreras genom användandet av CIM (Computer Integrated Manufacturing)²⁹. Olika IT-hjälpmiddel har sedan dess åstadkommit ytterligare effektivisering, ökat snabbheten i olika industriella processer och förenklat materialframställningsprocesser.

Utvecklingen av IKT inom tillverkningsindustrin har ökat arbetsuppgifternas kunskapsinnehåll och därmed ställt nya krav på kompetens hos medarbetarna. Utnyttjandet av den datorbaserade teknologin har också ökat inslaget av tjänsteproduktion inom industrin. Slutligen har IKT, tillsammans med internationaliseringen, utgjort grunden för de nya globala nätverksorienterade företagen med mer flexibelt sammansatta produktionssystem. Samtliga av dessa aspekter diskuteras vidare i nästkommande avsnitt.

2.1.3 Specialisering och rationalisering

Vad har då internationaliseringen och IKT sammantaget lett till för den svenska tillverkningsindustrin? Även om en övergripande trend inom verkstadsindustrin sedan 1930-talet har varit en allt större specialisering i förädlingskedjan så har detta kraftigt förstärkts genom ovanstående drivkrafter. Den allt hårdare konkurrensen från andra företag har tillsammans med en maktförskjutning till det finansiella kapitalet

²⁵ O. Broberg, ”Verkstadsindustri i globaliseringens tidevarv. En studie av SKF och Volvo 1970–2000”, GU, 2006.

²⁶ C. Karlsson och E. Lovén, ”Informationsteknologin i tillverkningsindustrins tekniska utvecklingskunskap”, IMIT Working paper, 2001_120, 2001.

²⁷ L. Magnusson, ”Sveriges ekonomiska historia”, Norstedts, 2002.

²⁸ E. Giertz, ”Människor i Scania under 100 år”, 1991.

²⁹ O. Broberg, ”Verkstadsindustri i globaliseringens tidevarv. En studie av SKF och Volvo 1970–2000”, GU, 2006.

ställt hårdare krav på ett effektivt resursutnyttjande, vilket i förlängningen har inneburit att företagen valde att fokusera på sin kärnkompetens för att uppnå bättre lönsamhet. Samtidigt har konkurrensen drivit många företag att stiga i förädlingskedjan och koncentrera sig på allt mer kvalificerade delar av produktionssystemen. Företag med lågt förädlingsvärde och utan en marknad av underleverantörer slogs helt enkelt ut på 1970-talet, såsom textil- och varvsindustrin.

En ytterligare viktig konsekvens av specialiseringen har varit att olika typer av ”kringfunktioner” som tidigare hanterades internt i företaget, såsom exempelvis datastöd och konstruktionsarbete, avknoppades och lades ut till andra företag som i sin tur har specialiserat sig på denna typ av verksamhet³⁰. Denna utläggning av verksamhet på entreprenad, även kallad outsourcing (eller off-shoring om flytt till ett annat land), har med hjälp av kommunikationsteknologin i praktiken inneburit en uppbyggnad av värdekedjan och lett till framväxandet av alltmer kvalificerade underleverantörer. De tidigare hierarkiska och nationella storföretagen hade nu blivit mer av globala nätverksorienterade organisationer.

Specialiseringen och outsourcingen har tillsammans med den ökade internationella konkurrensen lett till att företagen år efter år har rationaliserat verksamheten och därigenom ökat sin produktivitet. Produkterna blev mer sofistikerade genom den nya automatiserade tekniken men genom att produktionen effektiviserades så behövdes inte heller lika stor arbetskraft³¹. Många av de svenska tillverkningsföretagen minskade kontinuerligt sin svenska andel av tillverkningen och sysselsättningen rasade trots ofta god lönsamhet. Den hårda jakten på ytterligare effektivisering och rationalisering ledde även till att tillverkningsföretagen organiserades efter nya modeller, i hög grad inspirerade av Toyotas organisationsstruktur och koncept som ”lean production” och ”kaizen” (ständig förbättring)³².

I nästföljande avsnitt diskuterar vi vad det förändrade produktionssystemet och strukturomvandlingarna har inneburit för den svenska tillverkningsindustrins samhällsekonomiska betydelse. Därefter ska vi se närmare på den svenska tillverkningsindustrin i en global kontext. Avslutningsvis koncentreras diskussionen kring det som har blivit de svenska företagens svar på den hårdare konkurrensen; en alltmer avancerad och högkvalitativ produktion. För att nå en ökad produktivitet och lönsamhet har företagen satsat på kunskap genom FoU (forskning och utveckling).

2.2 Tillverkningsindustrins samhällsekonomiska betydelse

Detta avsnitt är skrivet utifrån öppet tillgänglig statistik som täcker 1997–2007. Den globala konjunktur nedgången under 2008–2009 kommer framförallt att beröras i det avslutande avsnittet i detta kapitel, ”Framtiden för tillverkningsindustrin”.

Sysselsättningen i industrin nådde sin topp i mitten av 1960-talet och den framgångsrika verkstadsindustrin hade då fungerat som ”grunden i välfärdssamhället” genom det stora bidraget till såväl statskassa som sysselsättning³³. Det nära samarbetet mellan stat och industri inom teknisk utveckling bekräftade sektorns avgörande betydelse för nationens välstånd. Efter nämnda strukturomvandlingar har bilden naturligtvis förändrats till viss del. Under 1980-talet flyttade de största verkstadsföretagen ut en stor del av sin produktion från Sverige, vilket påverkade sysselsättningen tillsammans med de allmänna rationaliseringarna som behandlades i föregående avsnitt. En motkraft till den utvecklingen fanns i fordonsindustrin, som i

³⁰ O. Broberg, ”Verkstadsindustri i globaliseringens tidevarv. En studie av SKF och Volvo 1970–2000”, GU, 2006.

³¹ L. Schön, ”En modern svensk ekonomisk historia: tillväxt och omvandling under två sekel”, SNS Förlag, 2007.

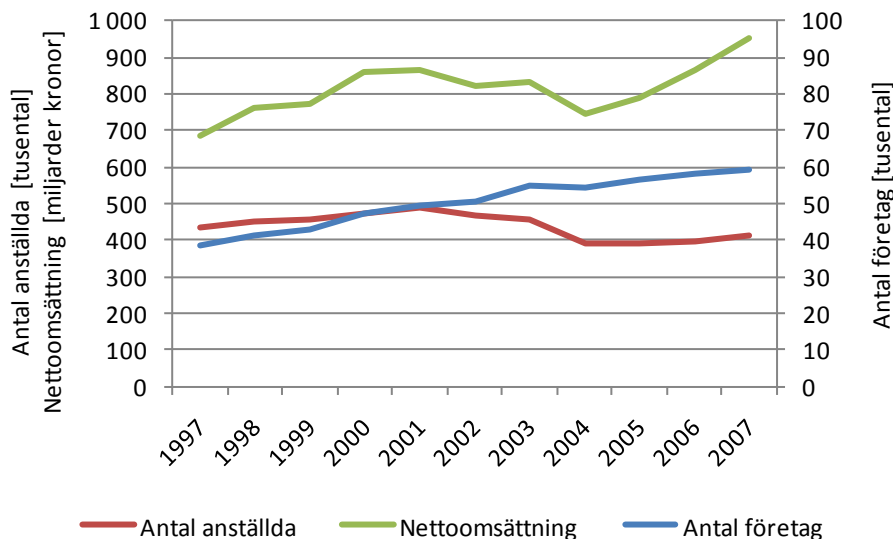
³² E. Giertz, ”Människor i Scania under 100 år”, 1991.

³³ Ibid.

stället investerade i svenska produktionsanläggningar. Sammantaget har dock den svenska tillverkningsindustrin levt och lever under kraftigt förändringstryck och konkurrensutsättning.

I efterverkningarna av det tidiga 1990-talets svenska finansiella kris (med Riksbankens marginalränta på 500%) upplevde många svenska tillverkningsföretag kraftig tillväxt.³⁴ I slutet av 1990-talet steg både tillväxt och produktivitet, se Figur 7, fram till dess att IT-bubblan brast efter millennieskiftet följt av en ordentlig nedgång för framför allt Ericsson, men även för många andra tillverkningsföretag. Figur 7 illustrerar att tillväxten inte tog fart igen förrän 2004. En kraftigt ökad efterfrågan från tillväxtländer i Östeuropa och Asien drev på vad som kallades en "global superkonjunktur" och den svenska exportberoende tillverkningsindustrin ökade snabbt sin produktion³⁵. Däremot släpade sysselsättningsutvecklingen efter och det myntades uttryck som "den jobblösa tillväxten" med en ökad produktivitet utan fler anställda³⁶. Återigen bör det påpekas att statistiken inte sträcker sig över 2008-2009, en tid då dessa mätetal med stor sannolikhet har sjunkit kraftigt.

Det föreligger en hög grad av koncentration inom den svenska tillverkningsindustrin, vilket i praktiken beror på att ett fåtal storföretag svarar för en betydande andel av den totala sysselsättningen. Samtidigt finns det tusentals underleverantörer inom de olika delbranscherna, vilket troligtvis är förklaringen bakom det stigande antalet företag i sektorn som framgår av Figur 7.



Figur 7 Antal anställda, antal företag och omsättning i tillverkningsindustrin. Källa: SCB.

Hur har då tillverkningsindustrins betydelse för hela samhällsekonomin förändrats de senaste åren? Figur 8 visar motsvarande uppgifter som ovan, men nu som andel av hela det svenska näringslivet. Redan under hela 1980-talet minskade tillverkningsindustrins andel av den svenska sysselsättningen och framförallt mindre kvalificerade fabriksjobb försvann³⁷. Även om andelen var konstant drygt 20 procent under senare hälften av 1990-talet, så innebar det tidiga 2000-talets kris en neråtgående sysselsättningstrend. Som framgår av Figur 7 så ökade antalet anställda i

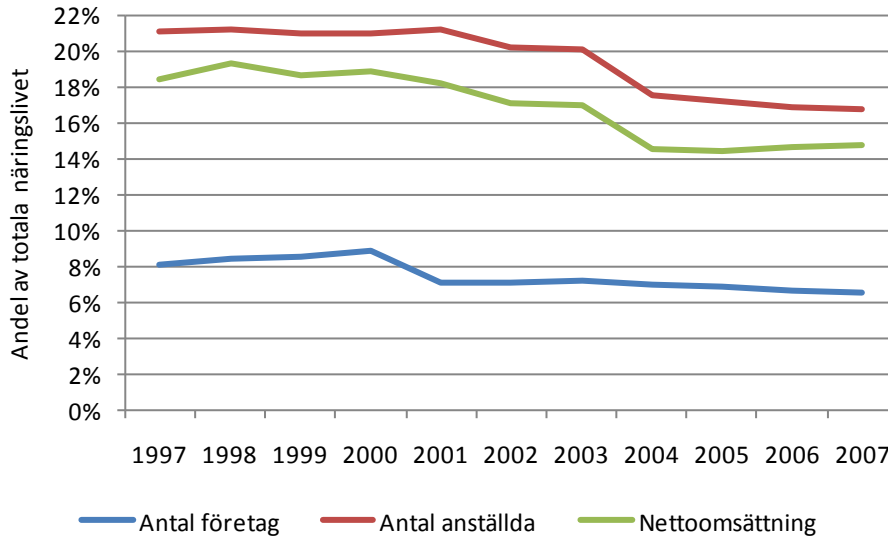
³⁴ M. Svensson Henning, "Industrial Dynamics and Regional Structural Change", 2009.

³⁵ "Ekonomiska bedömningar - Inför avtalsrörelsen 2010", Facken inom industrin, 2009.

³⁶ Ibid.

³⁷ E. Giertz, "Människor i Scania under 100 år", 1991.

tillverkningsindustrin mellan 1997–2001 till nära 500 000 personer, men minskade sedan med nästan 100 000 mellan 2001 och 2004. Samtidigt klarade sig nationen som helhet bättre än tillverkningsindustrin, vilket framgår i tillverkningsindustrins minskade relativa betydelse för både omsättning och sysselsättning under samma period.



Figur 8 Antal anställda, antal företag och omsättning i tillverkningsindustrin som andel av det totala näringslivet. Källa: SCB.

I detta sammanhang är det dock viktigt att inte stirra sig blind på den ”direkta” sysselsättningsutvecklingen i den traditionella tillverkningsindustrin. Samtidigt som verksamheter har avknoppats i och med renodlingen mot kärnområden, så har tillverkningsföretagen fungerat som motorer för en rad aktörer såväl i leverantörsledet som i tjänsteproducerande branscher. Det har parallellt skett en stor ökning av de ”indirekt” anställda inom tjänstesektorn. Här kan man till och med dra en parallell till de utvecklingspar vi tidigare beskrev och just de industrinära företagstjänsterna har varit mest expansiva³⁸. Som ett belysande exempel har konsultföretaget WSP Analys och Strategi i en nyligen publicerad Nutek-rapport räknat fram att varje tjänst inom fordonsindustrin skapar 1,6 tjänster inom övrigt näringsliv; den s.k. sysselsättningsmultiplikatorn är 2,6. Med andra ord skulle 1,6 arbetstillfällen skapas utifrån varje nytt jobb inom fordonsindustrin³⁹. Mycket riktigt noterar Fordons Komponent Gruppen (FKG), baserat på lagda varsel mellan oktober 2008 och mitten på december 2009, att 15–16 000 varsel i fordonsindustrin lett till 22 300 varsel bland fordonskomponenttillverkarna⁴⁰, d.v.s. en sysselsättningsmultiplikator om 1,4. Principen är naturligtvis även applicerbar även på andra delar av tillverkningsindustrin, men rimligen med olika sysselsättningsmultiplikatorer. Dessutom ska vi snart visa att bidraget till både handel och FoU-investeringar fortfarande är betydande. Det som har kallats ett ”post-industriellt” samhälle är därför inte en helt igenom riktig bild⁴¹.

³⁸ P. Braunerhjelm, C. von Greiff och H. Svaleryd, ”Utvecklingskraft och omställningsförmåga – en globaliserad svensk ekonomi”, Globaliseringsrådets kanslis slutrapport, 2009.

”Ekonomi i omvandling”, Industrins Ekonomiska Råd, 2008.

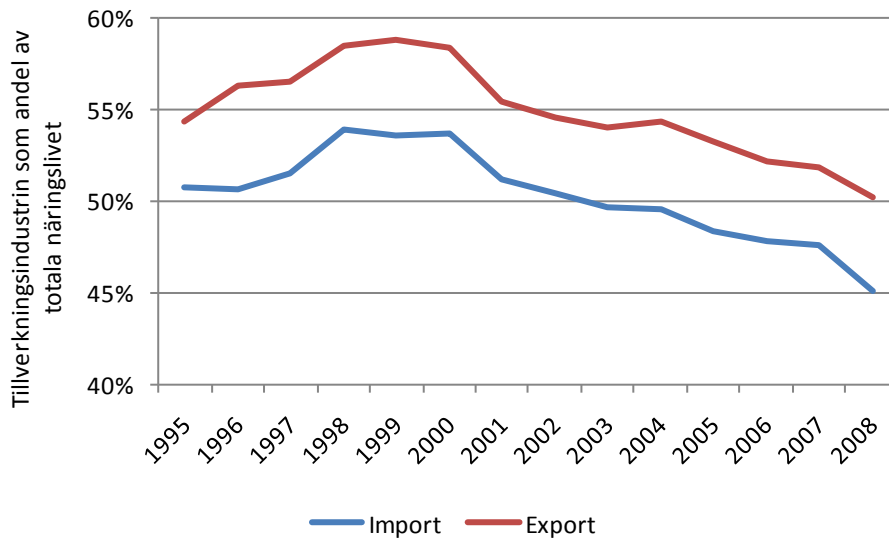
³⁹ C. Anderstig, ”Fordonsindustrin i nationell och regional belysning”, 2009.

⁴⁰ B. Åkesson, ”Saabs kris faller underleverantörer”, Dagens Nyheter, 2009-12-22.

⁴¹ Ekonomi i omvandling”, Industrins Ekonomiska Råd, 2008.

M. Svensson Henning, ”Industrial Dynamics and Regional Structural Change”, 2009.

Den utländska efterfrågan har haft en avgörande betydelse för den svenska tillverkningsindustrins utveckling sedan slutet av 1800-talet. Ett litet land som Sverige har varit och är beroende av att kunna exportera våra varor för att bygga och upprätthålla sitt välstånd. Som framgår av Figur 9 så bidrar tillverkningsindustrin med över hälften av Sveriges varuexport och enligt Kommerskollegium var nettoexporten för verkstadsvaror ungefär 108 miljarder kronor år 2007. Tillverkningsindustrins tunga exportandel är en stor anledning till att Sverige har haft en positiv handelsbalans som andel av BNP sedan 1983 och sektorn är därmed av stor betydelse för den svenska tillväxten.⁴²



Figur 9 Varuimport och varuexport för tillverkningsindustrin som andel av det totala näringslivet. SNI 721 ingår inte i dessa uppgifter. Källa: SCB.

Däremot är trenden svagt negativ. Sedan år 2000 har tillverkningsindustrins exportandel sjunkit från 58% till 50% 2008 och under den nuvarande finanskrisen har den utvecklingen eskalerat. Samtidigt har tjänsteexporten vuxit snabbare än varuexporten i takt med att tjänstesektorerna har blivit alltmer internationaliserade⁴³. Sammantaget kvarstår dock att Sveriges överlägset viktigaste exportvaror fortfarande återfinns inom tillverkningsindustrin.

2.3 Svensk tillverkningsindustri i en global kontext

Efter att ha diskuterat tillverkningsindustrins strukturomvandlingar och minskande (om än fortsatt stora) samhällsekonomiska betydelse, så är det naturligtvis intressant att se närmare på hur tillverkningsindustrin står sig internationellt. Vi har redan varit inne på branschens stora beroende av utrikeshandel, men detta avsnitt fokuseras på den internationella konkurrenssituationen. Det är här inte en fråga om någon grundlig och systematisk jämförelse, utan snarare ett försök att fördjupa diskussionsunderlaget.

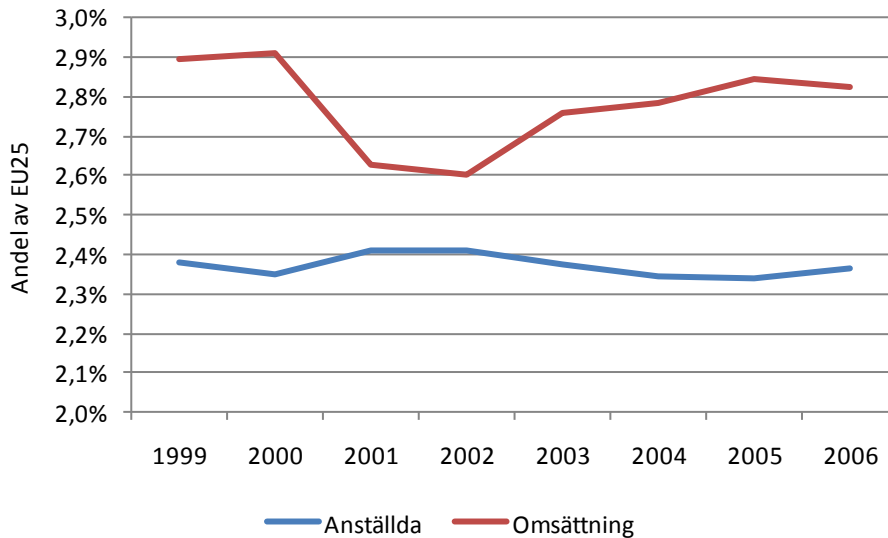
Under ett drygt decennium med start vid mitten av 1950-talet steg den svenska exporten med 150%, där verkstadsindustrin och framförallt transportmedelsindustrin tog täten⁴⁴. Efter den perioden började den svenska industrin så sakteliga att förlora andelar av den globala marknaden, då försprånget Sverige haft av att ha stått utanför

⁴² "OH-bilder Utvecklingen i Sverige utrikeshandel", N.-E. Persson, Kommerskollegium.

⁴³ "Ekonomi i omvandling" – En rapport av Industrins Ekonomiska Råd, 2008.

⁴⁴ E. Giertz, "Människor i Scania under 100 år", 1991.

andra världskriget började minska⁴⁵. Hur ser det då ut idag? Den öppet tillgängliga statistiken gör att vi i ett första skede begränsas till jämförelser med EU. Figur 10 visar den svenska tillverkningsindustrins omsättning och antal anställda uttryckt som andel av EU25s hela tillverkningsindustri. Omsättningsandelen har alltså pendlat mellan 2,6 och 2,9% med en viss svacka under krisåren 2001–2002. Observera dock att uppgifterna i denna figur avser hela tillverkningsindustrin, inklusive processororienterade delar.

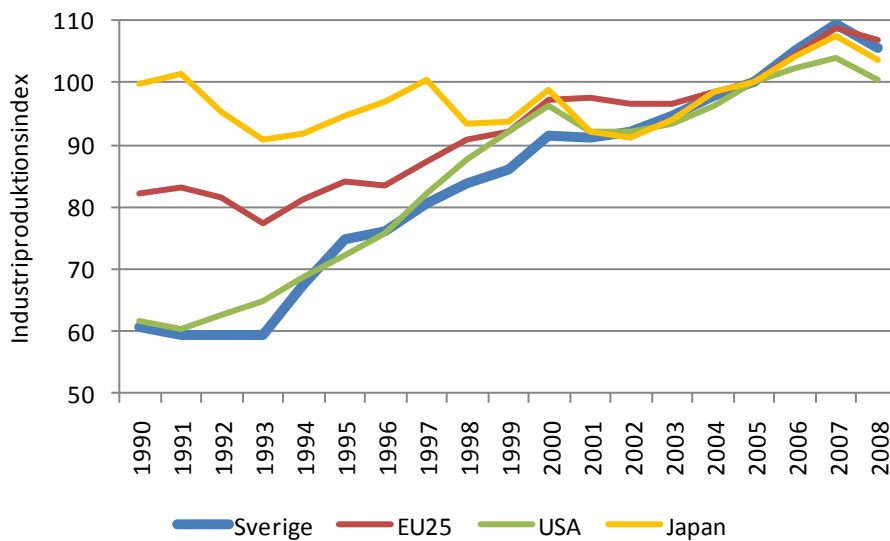


Figur 10 Antal anställda och omsättning i den svenska tillverkningsindustrin som andel av EU25s hela tillverkningsindustri. Avser hela tillverkningsindustrin. Källa: Eurostat.

Av Figur 10 framgår att omsättning per anställd är högre i den svenska tillverkningsindustrin, i och med att omsättningsandelen generellt sett är högre än andelen anställda. En försiktig tolkning av detta skulle kunna vara att de svenska företagen är mer effektiva än snittet inom EU25.

Hur är då situationen i ett globalt perspektiv? Tyvärr har vi inte funnit någon tillförlitlig statistik för att avgöra den svenska sektorns andel av världsmarknaden, men vi kan åtminstone jämföra trender. Figur 11 visar industriproduktionsindex, d.v.s. procentuella förändringar i produktionsvolym, för tillverkningsindustrin med 2005 som basår. Figuren illustrerar att Sveriges produktion 1993–2002 utvecklades starkare än Japans och Euro-området och därefter har uppvisat en liknande som dessa, medan USA utvecklats svagare. Observera att även denna figur avser hela tillverkningsindustrin.

⁴⁵ L. Schön, "En modern svensk ekonomisk historia: tillväxt och omvandling under två sekel", SNS Förlag, 2007.



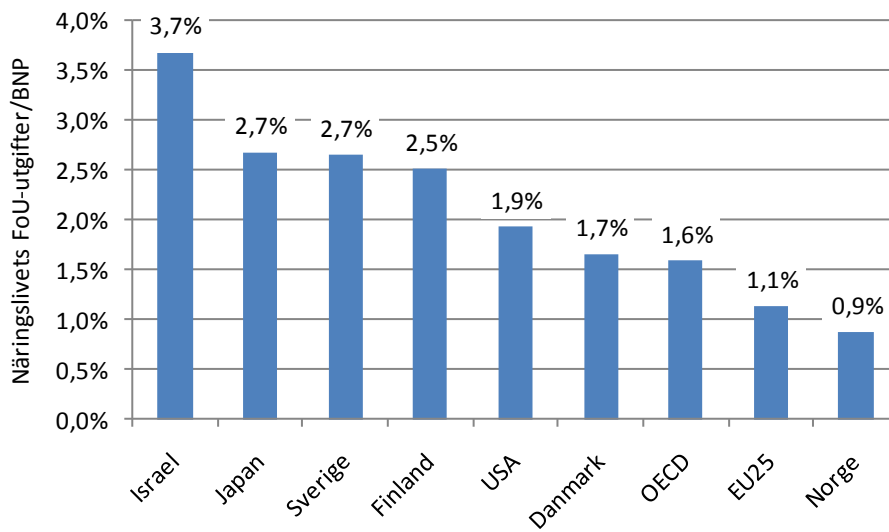
Figur 11 Industriproduktionsindex för tillverkningsindustrin i Sverige, Japan, USA och Euroområdet. Basår 2005. Avser hela tillverkningsindustrin. Källa: OECD.

Det går dock inte att dra självklara slutsatser genom en sådan enkel internationell jämförelse. Eftersom Sverige har många stora, internationella tillverkningsföretag så skulle ett inkluderande av tillväxten i företagens utlandsenheter leda till en betydligt högre skenbar industriproduktion⁴⁶. Produktionen har internationaliserats och dessutom så har det utländska ägandet i Sverigebaserade företag ökat. Den internationella konkurrenskraften handlar på längre sikt framförallt om tillväxt i produktionskapacitet, något som exempelvis beror på satsningar på FoU och på förmågan att tillämpa och utveckla ny teknik⁴⁷. Globaliseringsrådet hävdar att det finns "ett välbelagt och starkt samband mellan FoU-investeringar och ekonomisk tillväxt" och FoU-satsningar har därför även blivit till en ekonomisk politisk strategi inte bara i västvärlden utan även i exempelvis Kina, Singapore och Sydkorea⁴⁸. Vid en internationell jämförelse i detta sammanhang visar det sig att Sverige står sig mycket väl. Av Figur 12, som visar näringslivets FoU-utgifter som andel av BNP, framgår att Sverige internationellt sett har hög FoU-intensitet. Det visar sig att den svenska tillverkningsindustrin står för den klart största andelen av det svenska näringslivets FoU-investeringar, vilket vi utvecklar vidare i nästa avsnitt. Under slutet av 1990-talet gick Israel förbi Sverige i detta avseende och det ska tilläggas att Sverige har haft en sjunkande trend sedan 2001.

⁴⁶ P. Braunerhjelm, "Den globala svenska verkstadsindustrin", i "Verkstadsindustrin, lönebildningen och framtiden. Sveriges Verkstadsindustrier", N.-E. Sandberg (red.), 1996.

⁴⁷ "Ekonomi i omvandling" - En rapport av Industrins Ekonomiska Råd (2008)

⁴⁸ P. Braunerhjelm, C. von Greiff och H. Svaleryd, "Utvecklingskraft och omställningsförmåga - en globaliserad svensk ekonomi", Globaliseringsrådets kanslis slutrapport, 2009.



Figur 12 Näringslivets FoU-utgifter som andel av BNP 2007. Källa: SCB.

2.4 Tillverkningsindustrins FoU-investeringar och statens roll

Det har alltså blivit allt viktigare för den svenska tillverkningsindustrin att satsa på FoU och att utveckla och tillämpa ny teknik för att bibehålla sin internationella konkurrenskraft. I det här avsnittet ska vi diskutera detta närmare och även beröra hur den svenska staten har spelat och spelar en viktig roll i sammanhanget.

Under 1980-talet så ökade FoU-satsningarna markant hos den svenska tillverkningsindustrin. Satsningarna bestod såväl i produktframtagning som i framtagning eller förbättring av nya processer och system. Giertz skriver om en internationell tätposition för den "civila tillverkningsindustrin" i slutet av decenniet⁴⁹. Akademiker i allmänhet och forskarutbildade i synnerhet ökade som andel av företagets FoU-personal, vilket exempelvis är särskilt tydligt för bland andra AB Volvo, Scania och fordonsindustrins underleverantörer och teknik konsulter⁵⁰. Just Saab-Scania och Volvo hade tillsammans med ABB och Ericsson närapå hälften av samtliga akademiker inom tillverkningsindustrins FoU-verksamhet anställda i slutet av 1980-talet och storföretagens dominans på området har i stort sett fortsatt sedan dess.⁵¹

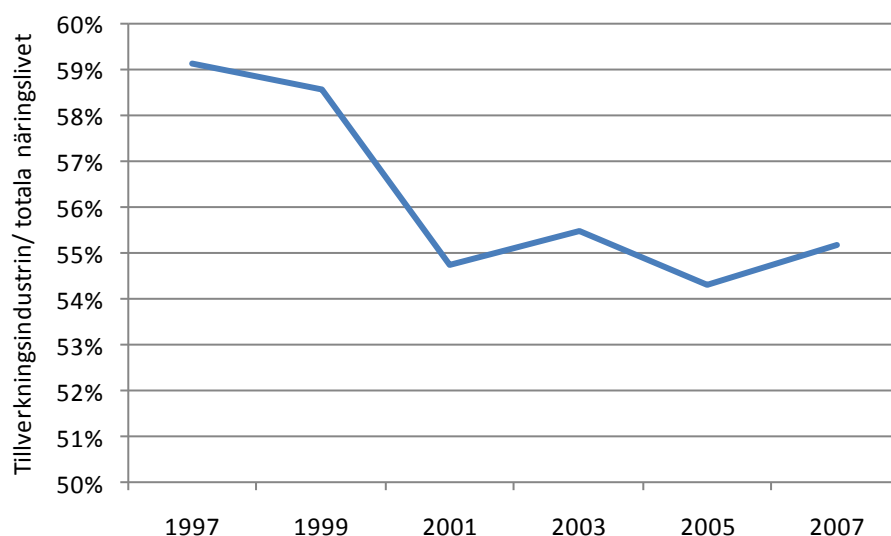
Hur stod sig då FoU-investeringarna hos tillverkningsindustrin i relation till resten av näringslivet? Som framgår av Figur 13 så hör över hälften av de sammanlagda kostnaderna för egen utförd FoU hemma i tillverkningsindustrin. Däremot har andelen minskat från 59% 1997 till 55% 2007. Under samma period har dock FoU-utgifterna för sektorn i sig ökat med hela 51%. Den stora delen av detta ägde rum mellan 1997-2001, då utgifterna steg med 39%. Att satsningarna klingade av efter 2001 beror främst på Ericssons kris i början av 2000-talet (vilket även kan ses som en

⁴⁹ E. Giertz, "Människor i Scania under 100 år", 1991.

⁵⁰ S. Faugert, E. Arnold, M.-L. Eriksson, T. Jansson, P. Mattsson, L. Niklasson, P. Salino, H. Segerpalm och T. Åström, "Effekter av statligt stöd till fordonsforskning – Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft", VINNOVA, VA 2009:02, 2009.

⁵¹ E. Giertz, "Människor i Scania under 100 år", 1991.

illustration av det svenska storföretagsberoendet)⁵². Samtidigt med neddragningarna i industrin dröjde det till efter 2005 innan utgifterna återigen steg började öka.



Figur 13 Tillverkningsindustrins utgifter för egenutförd FoU som andel av det totala näringslivet. Omfattar endast SNI-koderna 28–35. Källa: SCB.

Vissa delbranscher har varit särskilt framträdande vad gäller FoU-satsningar. Trots att fordonsbranschen⁵³ stod för 24% av antalet anställda i tillverkningsindustrin 2007 så uppgick andelen av FoU-utgifterna till hela 42%. Den stenhårda konkurrensen tillsammans med ökade säkerhets- och miljökrav har drivit upp fordonsbranschens FoU-satsningar⁵⁴.

Det kan här vara på sin plats att understryka att FoU-utgifter i sig inte är någon garanti för vare sig att kunskapen utnyttjas eller bidrar till företagets produktivitet. Detta samband eller brist på samband kommer vi att diskutera vidare under senare delar av denna rapport.

Hur har då dessa FoU-satsningar finansierats? Tidigare i kapitlet har vi både slagit fast tillverkningsindustrins stora historiska betydelse för samhällsekonomin, såväl som nödvändigheten att satsa på FoU och innovationer för att stå sig i konkurrensen. Den tekniska utvecklingen har visat att kortsiktiga företagsekonomiska överväganden inte alltid är tillräckliga för att kunna uppnå konkurrenskraft och därför har det offentliga en särskild roll att spela. Historiskt sett resulterade den allt mer aktiva näringspolitiken i bildandet av myndigheten Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU) i slutet av 1960-talet, just med motivet att erbjuda företagen mer långsiktiga och strategiska FoU-satsningar. Efter den djupa industriella krisen på 1970-talet tillsattes en rad olika utredningar om hur detta arbete kunde utvecklas för att stödja tillverkningsindustrins framtida utveckling. Vi återkommer till detta i nästa kapitel.

I korthet har offentliga FoU-insatser riktade mot tillverkningsindustrin funnits sedan dess och i Figur 14 kan vi följa utvecklingen mellan 1997–2007. Figuren visar att runt 90% av tillverkningsindustrins FoU-kostnader har betalats internt inom respektive koncern. Den offentliga finansieringen har sjunkit från närmare 11% 1997 till 6% 2007

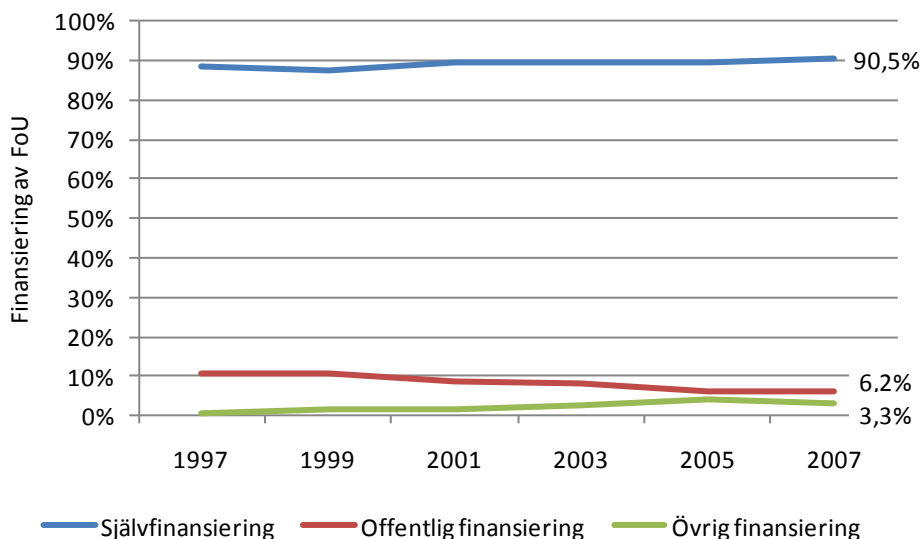
⁵² P. Braunerhjelm, C. von Greiff och H. Svaleryd, "Utvecklingskraft och omställningsförmåga – en globaliserad svensk ekonomi", Globaliseringsrådets kanslis slutrapport, 2009.

⁵³ Definierad som SNI-koderna 34–35.

⁵⁴ C. Anderstig, "Fordonsindustrin i nationell och regional belysning", 2009.

och i stället har posten ”övrig finansiering” ökat i betydelse, vilket exempelvis kan stå för andra företag utanför koncernen.

Sett ur detta perspektiv kan de offentliga satsningarna möjligen verka obetydliga, men här är det viktigt att inse att fordonsindustrins FoU-kostnader kraftigt domineras av produktutveckling. Relationen varierar naturligtvis mellan företag, mellan marknadssegment, över tid etc., men en uppskattning för svenskt vidkommande är att 90% går till produktutveckling och 10% till långsiktig FoU och kunskapsuppbyggnad⁵⁵. I en annan källa uppskattas internationell fordonsindustris investeringar i produktutveckling till 80% av FoU-kostnaderna⁵⁶ (vilket möjligen indikerar att svenska fordonstillverkare investerar mindre i långsiktig FoU och kunskapsuppbyggnad än det internationella genomsnittet). De offentliga satsningarna, vilka främst syftar till just långsiktig FoU, är således betydelsefulla. I en effektstudie av ffp hävdar en företrädare för AB Volvo att statens FoU-stöd alls inte är små jämfört med företagets egen budget för långsiktig FoU.⁵⁷



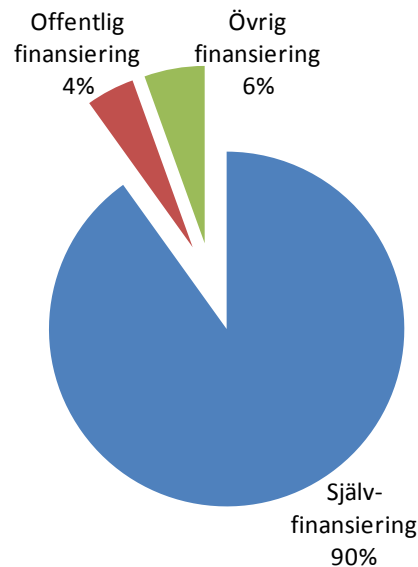
Figur 14 Tillverkningsindustrins finansiering av sina FoU-kostnader. Omfattar endast SNI-koderna 28–35. Källa: SCB.

Finansieringsmönstret ser naturligtvis inte lika ut för alla branscher. I Figur 15 ser vi hur FoU-finansieringen 2007 finansierades för hela det svenska näringslivet. Vid en jämförelse med Figur 13 framgår att den offentliga andelen är högre i tillverkningsindustrin än i näringslivet som helhet. Just fordonsindustrin hade den enskilt högsta andelen offentligt finansierad FoU år 2007, 12%, vilket kan ses som en indikation på de stora FoU-satsningar som krävs för att förbli konkurrenskraftig i denna industri.

⁵⁵ Fordonsindustrin – en del av Innovativa Sverige, N5055, oktober 2005.

⁵⁶ J. Wormald, ”R&D in the automotive industry and the role of countries”, i S. Faugert, E. Arnold, M.-L. Eriksson, T. Jansson, H. Segerpalm, I. Thoreson-Hallgren och T. Åström, ”Samverkan för uthållig konkurrenskraft – Utvärdering av fordonsforskningsprogrammet och Gröna Bilen”, Programrådet för fordonsforskning, april 2007.

⁵⁷ S. Faugert, E. Arnold, M.-L. Eriksson, T. Jansson, P. Mattsson, L. Niklasson, P. Salino, H. Segerpalm och T. Åström, ”Effekter av statligt stöd till fordonsforskning – Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft”, VINNOVA, VA 2009:02, 2009.



Figur 15 Totala näringslivets finansiering av sina FoU-kostnader. Källa: SCB.

Företagen bedriver dock inte alltid FoU-verksamhet i egen regi. De ständigt ökande kraven på kompetens och FoU har även lett till att tillverkningsindustrins företag i allt högre grad sökt externa FoU-leverantörer, vilket exempelvis tydligt skett inom bland annat fordons- och flygindustrierna.⁵⁸ Denna trend är global och har naturligtvis uppmärksammats av managementforskare som ofta kallar den för "open innovation".⁵⁹ Samverkan med universitet och högskolor sker inte heller endast av FoU-skäl utan företagen ser även en chans att säkra en framtida kompetensförsörjning genom välutbildad potentiell arbetskraft. Enligt Giertz så har effekten av den ökade efterfrågan på civilingenjörer och forskare från tillverkningsindustrin blivit att resurserna har förstärkts för de forskande högskolornas basverksamhet⁶⁰. De av staten finansierade FoU-samarbetena har därför ofta som syfte att förbättra kopplingen mellan utbildningar och företagens behov.

I Sverige spelade STU under 1980-talet och Nutek under 1990-talet en aktiv roll i tillverkningsföretagens utveckling mot bland annat automatiserade produktionssystemen och datorstöd i ingenjörsarbetet⁶¹. Fokus låg dock i stor utsträckning på teknikspridning till små och medelstora företag (SMF), vilket i betydande utsträckning skedde med hjälp av IVF (numera Swerea IVF) som FoU-utförare och teknikmäklare. I och med forskningspropositionen 1993 ägde dock en förändring rum när fordonsforskningsprogrammet (ffp) och det Nationella flygtekniska forskningsprogrammet (NFFP) lanserades, vilka båda mycket tydligt skulle sörja för kompetens- och humankapitalförsörjning för storföretagen inom

⁵⁸ S. Faugert, E. Arnold, M.-L. Eriksson, T. Jansson, H. Segerpalm, I. Thoresson-Hallgren och T. Åström, "Samverkan för uthållig konkurrenskraft – Utvärdering av fordonsforskningsprogrammet och Gröna Bilen", Programrådet för fordonsforskning, april 2007.

T. Åström, T. Jansson, L. Niklasson och S. Faugert, "Utvärdering av MERA-programmet", VINNOVA, VA 2008:14, 2008.

T. Åström, T. Jansson, P. Mattsson, H. Segerpalm och S. Faugert, "Utvärdering av det Nationella flygtekniska forskningsprogrammet – NFFP", VINNOVA, VR 2008:05, 2008.

S. Faugert, E. Arnold, M.-L. Eriksson, T. Jansson, P. Mattsson, L. Niklasson, P. Salino, H. Segerpalm och T. Åström, "Effekter av statligt stöd till fordonsforskning – Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft", VINNOVA, VA 2009:02, 2009.

⁵⁹ H. Chesbrough, "Open Innovation – The New Imperative for Creating and Profiting from Technology", Harvard Business School Press, Boston, MA, 2003.

⁶⁰ E. Giertz, "Människor i Scania under 100 år", 1991.

⁶¹ Ibid.

respektive bransch. 1995 lanserade Nutek sitt initiativ till kompetenscentra, vilka centra också var öppna för deltagande av stora företag. Dessa och andra offentliga FoU-satsningars utveckling och betydelse diskuteras vidare i kapitel 3.

2.5 Framtiden för tillverkningsindustrin

Hur ser framtiden ut för den svenska tillverkningsindustrin? För att kunna resonera kring den frågan så blickar vi återigen bakåt. I detta kapitel har vi beskrivit hur ett antal framgångsrika företag växte fram i slutet av 1800-talet genom fantastiska innovationer och hur sedan 1930-talet blev starten på en flera decennier lång tillverkningsindustrins guldålder, med en kraftig tillväxt såväl i omsättning som i sysselsättning. Denna starkt exportinriktade industri blev till hela det svenska samhällets ekonomiska motor. Efter mitten på 1970-talet så har däremot den ena strukturomvandlingen avlöst den andra, underblåst av såväl internationaliseringstrender som utvecklingen av IKT, och de svenska tillverkande företagen har stått inför ett ständigt ökande omvandlingstryck som de inte alltid framgångsrikt lyckats bemöta. Stora rationaliseringar, nedläggningar och utflyttningar av tillverkning har medfört att tillverkningsindustrins betydelse för nationen relativt sett har minskat, framförallt när det gäller sysselsättningen. Den globala finanskrisen som blev tydlig hösten 2008 har slagit hårt mot den svenska tillverkningsindustrin – särskilt fordonsbranschen – och varslen har duggat tätt. De senaste prognoserna för tillverkningsindustrin som helhet tyder dock på att vi ”lämnat den allra djupaste konjunkturbotten bakom oss” och att det så sakteliga är dags att blicka framåt igen⁶².

Internationella möjligheter saknas inte. Av allt att döma kommer tillväxten att fortsätta i BRIC-länderna (Brasilien, Ryssland, Indien och Kina) och de svenska tillverkningsföretagen är redan i hög grad närvarande på dessa marknader. Frågan är då om mer av produktionen kommer att flyttas från Sverige. Det vore oförsiktigt att här försöka svara på den frågan, och det får räcka med att peka på vad branschkunniga hävdar i tidigare studier: lokal tillverkning är nödvändig för att företagen inte ska tappa konkurrenskraft i alla de föregående utvecklingsleden (design, produktutveckling etc. – förutsatt att också dessa är lokala).⁶³

Under slutet på det förra seklet påbörjade tjänstesektorn en snabb frammarsch i den svenska samhällsekonomin och uttrycket ”post-industriellt samhälle” myntades. Tillverkningsföretagen som har avknoppat stora delar av sina verksamheter för att koncentrera sig på sina kärnområdena, utgör dock motorn för en stor del av tjänstesektorn. Tillsammans med framförallt underleverantörer så resulterar detta i en ”multiplikatoreffekt” där många tjänster utanför tillverkningsindustrin är helt beroende av dem i densamma.

Samtidigt står sektorn inför stora framtidsutmaningar. Förutom den internationella konkurrensen, så resulterar samhällets ökade miljömedvetenhet i högre krav på företagen vad gäller exempelvis energiförbrukning och utsläpp. När den europeiska tillverkningsindustrin hösten 2009 samlades i Göteborg för konferensen *ManuFuture* hade denna just hållbarhet som genomgående tema.

De flesta med insikt i industrifrågor förefaller vara överens om att den enda rimliga vägen framåt för den svenska tillverkningsindustrin är att satsa på ökat kunskapsinnehåll och kunskapsbaserad tillverkning och att detta i sin tur förutsätter ökade satsningar på FoU och innovationer. Branschen har en lång tradition av högklassiga industriinnovationer och förutsättningarna bedöms som goda. Idag har dock inget företag råd att göra allt självt, varför allt större grad av externt FoU-

⁶² Teknikföretagens konjunktur-PROGNOS november 2009.

⁶³ T. Åström, T. Jansson, L. Niklasson och S. Faugert, ”Utvärdering av MERA-programmet”, VINNOVA, VA 2008:14, 2008.

”Produktion för ökad konkurrenskraft - syntesrapport”, IVA, 2005.

samarbete och användande av öppet tillgänglig kunskap är av nöden (open innovation igen). Dessutom har det ökade institutionella ägandet bidragit till ett än mer kortsiktigt synsätt, där snabba resultat förväntas. Mot denna bakgrund framstår långsiktiga offentliga satsningar på FoU och innovationsbefrämjande åtgärder som förutsättningar för att den svenska tillverkningsindustrins ska kunna upprätthålla sin konkurrenskraft.

Vi väljer att avsluta detta kapitel med ett citat från Teknisk framsyn och ett citat Globaliseringsrådet, vilka båda uttrycker kunskapsbaserade strategier för den svenska tillverkningsindustrins framtid:

”Visionen innebär att Sverige år 2020 till stor del satsar på kunskapsintensiva produkter som ger ett högt förädlingsvärde”⁶⁴

”Utvecklingskraften i svensk ekonomi bygger dels på kunskapsnivå och satsningar på FoU, dels på spridningsmekanismer för att omvandla kunskapen till ekonomiska nyttigheter”⁶⁵

⁶⁴ Teknisk framsyn, Panelrapport från panel 6, 2000.

⁶⁵ P. Braunerhjelm, C. von Greiff och H. Svaleryd, ”Utvecklingskraft och omställningsförmåga – en globaliserad svensk ekonomi”, Globaliseringsrådets kanslis slutrapport, 2009.

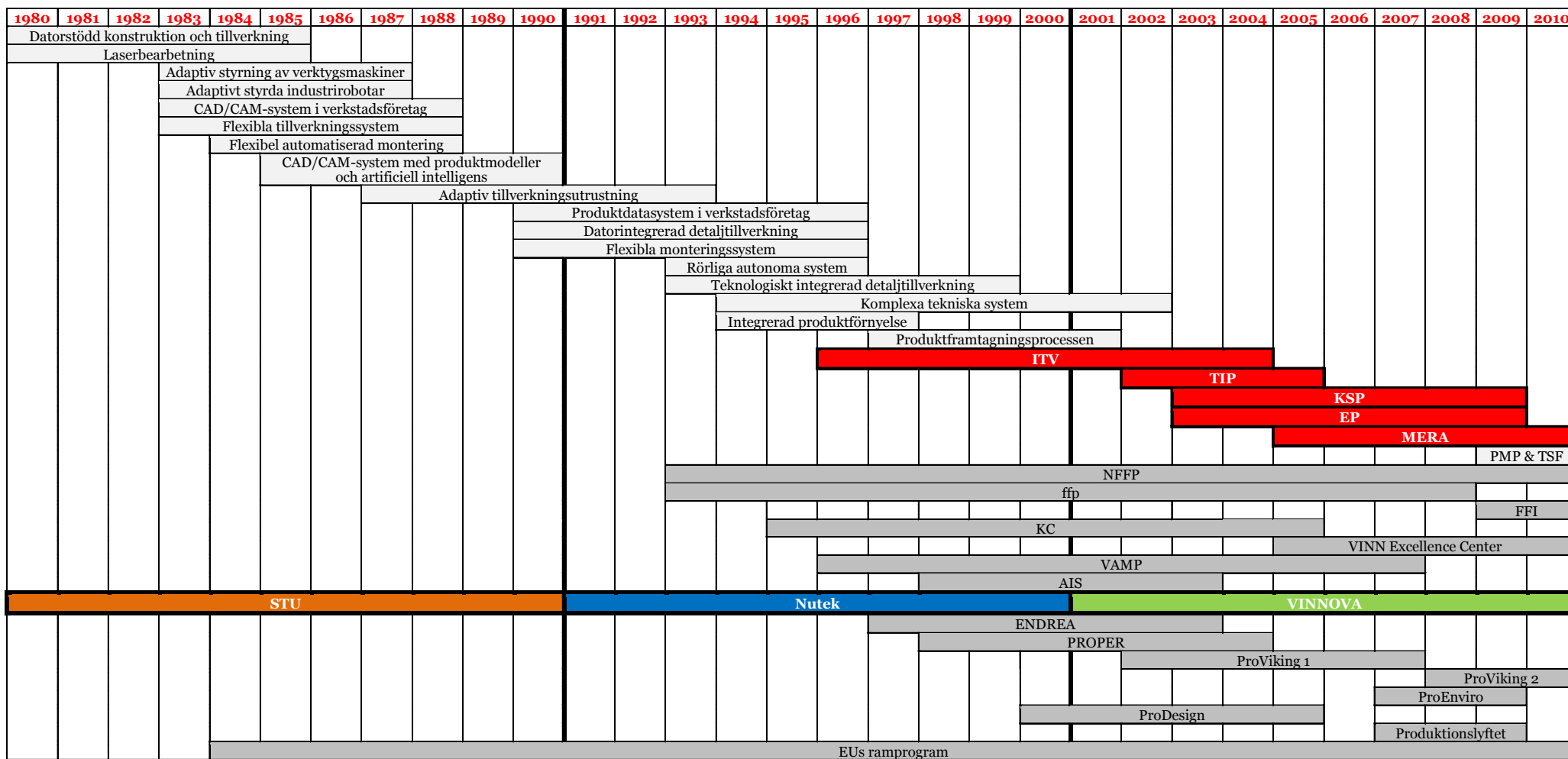
3. Offentliga FoU-insatser inom produktframtagningområdet

Detta kapitel inleds med en beskrivning av VINNOVAs och dess föregångares satsningar inom produktframtagningområdet, varefter perspektivet gradvis vidgas till övriga svenska finansierares satsningar och sist nordiska och europeiska satsningar. Efter denna inledning beskrivs VINNOVAs fem program och de mest aktuella näraliggande andra programmen kort innehållsmässigt och därefter i finansiella termer, som bakgrund till denna rapportens senare kapitel.

VINNOVAs insatser inom produktframtagningområdet har sitt ursprung i Nutek teknik, som i sin tur hade sitt ursprung i Styrelsen för teknisk utveckling (STU). VINNOVA bildades 2001 genom en sammanslagning av Nutek teknik (medan ”rest-Nutek” levde vidare med samma akronym⁶⁶ ända till och med mars 2009), Kommunikationsforskningsberedningen (KFB) och Rådet för arbetslivsforskning (RALF). Nutek skapades i sin tur 1991 genom en sammanslagning STU, Statens Energiverk (STEV) och Statens Industriverk (SIND). Varför nu denna myndighetshistorik? Jo, de FoU-insatser inom produktframtagningområdet som är av intresse för denna effektanalys har sitt ursprung (åtminstone) redan under STU-tiden, se Figur 16 (nästa sida).

Som synes har de fem (rödmarkerade) programmen som VINNOVA bedrivit under 2000-talet en diger stamtavla av olika sorters insatser iscensatta av STU och senare Nutek. Inom just produktframtagningområdet är det i första hand insatserna som i figuren ligger ovanför de fem programmen, som utgör anfäder. Dock är, som nämndes i föregående kapitel, ett antal andra program som idag administreras av VINNOVA också av avsevärd betydelse för produktframtagningområdet; dessa program ligger mellan de fem programmen och tidslinjen för STU/Nutek/VINNOVA. Under samma tidslinje återfinns till sist ett antal program som bedrivs/bedrivs av SSF, KKS, Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (Mistra) och EU, vilka också är av relevans för produktframtagningområdet och därmed i varierande utsträckning dyker upp i senare kapitel.

⁶⁶ Före 2001 skulle Nutek uttydas ”Närings- och teknikutvecklingsverket”, men efter att Nutek teknik bröts ut för att ingå i VINNOVA, ändrades namnet till ”Verket för näringslivsutveckling”.



Figur 16 Offentliga FoU-insatser inom produktframtagningsområdet. Insatserna ovanför "STU/Nutek/VINNOVA" utgör dessa myndigheters insatser, de under andra finansierarens.

3.1 De fem programmen

De fem programmen var av olika karaktär. De fyra första (ITV, TIP, KSP och EP) var främst ämnade för att finansiera seniora forskare (inte doktorander) i syfte att producera mesta möjliga användbara FoU-resultat, medan MERA inte hade någon uttalad inriktning vad avser relationen mellan seniora forskare och doktorander. Ytterligare en väsentlig skillnad mellan MERA och de fyra andra programmen var att MERA var ett tidsbegränsat regeringsuppdrag sprunget ur 2004 års Saabkris, medan de övriga programmen var myndigheternas "egna" program. Alla programmen hade dock gemensamt att de FoU-områden inom programförklaringarnas tämligen breda ämnesområden som kom att "beforskas" var de inom vilka det inkom ansökningar av hög kvalitet. Det fanns således inga medel öronmärkta för specifika FoU-områden inom programförklaringarnas ämnesområden.

3.1.1 IT i verkstadsindustrin, 1996–2004

ITV var ett "nationellt forskningsprogram, som [syftade] till att höja den svenska verkstadsindustrins förmåga att, på ett medvetet och långsiktigt uthålligt sätt, nyttja informationsteknologi för att förbättra såväl sina produkter, som sina interna processer. Programmet [syftade också] till att påverka högskolornas forskning åt att bli mer industritillvänd och till att producera mer direkt industriellt användbara resultat."⁶⁷ Projekten, som var relativt stora och som regel treåriga, styrdes avsiktlig till att angripa breda och ämnesöverskridande frågeställningar. En intervjuperson berättar att ITV till del sågs som ett verktyg för att lyfta framförallt Chalmers (CTH) kompetens inom området, som vid denna tid inte ansågs vara ledande, och att göra forskningen mer användbar för industrin. ITV administrerades av medarbetare vid Institutet för verkstadsteknisk forskning (IVF, numera Swerea IVF), vilket var en vid denna tid inte ovanlig konstruktion. IVF deltog också i samtliga ITVs projekt och CTH deltog i de flesta och tillsammans fick de drygt tre fjärdelar av programbudgeten. I detta program var industrin endast löst knuten till en del projekt genom styrgrupper, men företagen utförde som regel inte något eget FoU-arbete i projekten. ITV utvärderades i halvtid⁶⁸.

3.1.2 Tillverkningsindustrins produktframtagning, 2002–2005

TIP "syftar främst till en utveckling och implementering av generisk kunskap, metoder, tekniker och teknologier för en effektivare produktframtagning som kan leda till en ökad konkurrenskraft inom tillverkningsindustrin. Detta skall i huvudsak genomföras genom att sammanföra aktörer från såväl näringsliv som forskarsamhället och samhället för att genom förbättrad samverkan mellan olika aktörer därigenom stärka de nationella innovationssystemen." "Programmets vision är att [tillverkningsindustrin] skall kännetecknas av innovativa högteknologiska produkter och tjänster med ett högt förädlingsvärde och hög kvalitet."⁶⁹ Även TIP, som var ett i sammanhanget mycket litet program, hade ett högst begränsat deltagande vad avser FoU-utförare, men deltagandet var väl spritt över landet. I detta program var industrin endast löst knuten till en del projekt genom styrgrupper, men företagen utförde som regel inte något eget FoU-arbete i projekten. TIP har inte utvärderats.

⁶⁷ "IT i Verkstadsindustrin åren 1997 – 1999, Programledarens rapport", IVF, 1999-12-29.

"IT i Verkstadsindustrin 1996-2004, ett annorlunda forskningsprogram", IVF-rapport 05/31, 2005-11-24.

⁶⁸ E. Arnold and D. Williams, "Factory Science for Modern Engineering: A Mid-Term Evaluation of IT i Verkstadsindustrin," Technopolis, August 1999.

⁶⁹ "Programförklaring för VINNOVAs forsknings- utvecklings- och demonstrationsprogram Tillverkningsindustrins Produktframtagning", VINNOVA, november 2001.

3.1.3 Komplexa sammansatta produkter, 2003–2009

Ansatsen för KSP var ”att tillverkningsindustrins mest centrala utvecklingsinsatser finns att göra inom breda ämnesöverskridande systemfrågor.” ”Genom samverkansprojekt med svensk tillverkningsindustri kan industriella problemställningar adresseras. Resultaten från forskningen kan då bättre implementeras i industrin, till gagn för tillväxt och ökad konkurrenskraft på en allt mer globaliserad och kundanpassad marknad.” Visionen för KSP är att det i Sverige ska vara ”affärsmässigt attraktivt för globala aktörer att förlägga forskning, utveckling och tillverkning av produkter med högt kunskapsinnehåll och förädlingsvärde till Sverige.” De sex delområden som ingick var:⁷⁰

- Strategier för hantering av komplexa produkter och system
- Digitala prototyper
- FPC (First Part Correct)
- Innovativa utvecklings- och framställningstekniker
- Direkttillverkning
- Högteknologiska metoder för nya cirkulära affärssystem

KSPs deltagarbas vad avser FoU-utförare var mycket bred. I KSP krävdes att företag deltog i projekten och att deras insats, som regel in natura, uppgick till minst samma värde som VINNOVAs anslag till FoU-utförarna. KSP slututvärderades 2008 tillsammans med EP⁷¹.

3.1.4 Effektiv produktframtagning, 2003–2009

EP ”kännetecknas av multidisciplinära ansatser och av helhetssyn.” ”Samverkansprojekt med svensk tillverkningsindustri gör att industriella problemställningar kan adresseras. Resultaten från forskningen kan då bättre implementeras i industrin, till gagn för svensk tillväxt och ökad konkurrenskraft på en allt mer globaliserad och kundanpassad marknad.” Inom programmet fanns fem delområden:⁷²

- Nya affärslogiker inklusive funktionsförsäljning
- Design och innovationsprocessen
- Förändringskapacitet och organisationsutveckling
- Hållbar resursanvändning
- Industriell IT inklusive simulering och modellering

EPs deltagarbas vad avser FoU-utförare var bred. Liksom i KSP krävdes att företag deltog i projekten och att deras insats uppgick till minst samma värde som VINNOVAs anslag till FoU-utförarna.

⁷⁰ ”Utlysning inom VINNOVAs tillväxtområde Komplexa Sammansatta Produkter”, VINNOVA, juni 2003.

⁷¹ G. Hallin, L. Jakobsen, K. Forsberg och M. Lundberg, ”Komplex produktframtagning utmanar akademi, institut och finansärer”, Sweco Eurofutures och Teknologisk institut, 2008.

⁷² ”Utlysning i VINNOVAs kunskapsplattform Effektiv Produktframtagning”, VINNOVA, maj 2003.

3.1.5 Manufacturing Engineering Research Area, 2005–2010

Enligt programavtalet för MERA⁷³ är ”FoU-programmets övergripande syfte [...] att stärka svensk fordonsindustris konkurrenskraft genom att:

- verka för att långsiktigt stärka forskningsmiljöer kring utvalda och prioriterade forskningsområden inom produktionsteknik
- verka för att ny kunskap tas fram och implementeras, samt att befintlig kunskap implementeras i industriella tillämpningar”

Vidare gäller att ”aktiviteterna i programmet ska främja ett effektivare samarbete mellan fordonsindustrin å ena sidan och universitet, högskolor och forskningsinstitut å andra sidan”, att ”ett särskilt syfte är att eftersträva ett ökat deltagande av system- och komponentleverantörer” samt att ”FoU-programmet även ska vara relevant för övrig tillverkande industri”. Programmet ska sträva efter att ”på kort sikt bidra till att ytterligare stärka samverkan mellan industri och akademi” och ”på lång sikt [...] verka för att den nationella kompetensförsörjningen tryggas samt att FoU med internationell konkurrenskraft etableras”. Programmets övergripande mål är att ”öka industrins möjlighet att på ett konkurrenskraftigt sätt bedriva kunskapsbaserad produktion i Sverige”.

MERA var ett med svenska mått mätt mycket stort program och deltagandet av FoU-aktörer och industri var mycket brett. Programmet administrerades av VINNOVA, men medfinansierades av Nutek och i blygsam utsträckning också av Västra Götalandsregionen (VGR). Liksom i KSP och EP krävdes att företag deltog i projekten och att deras insats uppgick till minst samma värde som VINNOVAs anslag till FoU-utförarna. På åtminstone tre olika sätt skiljde sig programlogiken för MERA från de andra fyra programmen:

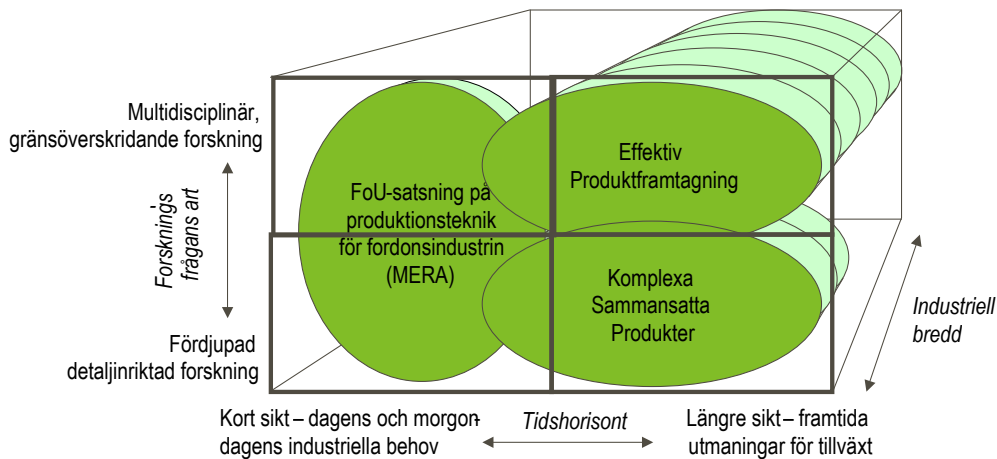
- Företagen hade problemformuleringsprivilegiet
- Företag kunde vara koordinatörer (och var så i många projekt)
- I vissa av programmets aktivitetsformer kunde offentliga medel också gå till företag (och i synnerhet till Saab Automobile vars kris var den utlösande gnistan bakom programmet, vilket alltså var ett tidbegränsat regeringsuppdrag)

MERA-programmet utvärderades 2008⁷⁴.

VINNOVAs syn på de innehållsliga skillnaderna och överlappen mellan KSP, EP och MERA illustreras i Figur 17.

⁷³ ”Avtal mellan staten, regionen och fordonsindustrin avseende FoU-program inom området produktionsteknik”, slutversion 2005-06-27.

⁷⁴ T. Åström, T. Jansson, L. Niklasson och S. Faugert (2008), ”Utvärdering av MERA-programmet”, VINNOVA, VA 2008:14.



Figur 17 VINNOVAs syn på innehållsliga skillnader och överlapp mellan KSP, EP och MERA.

3.2 Andra program med relevans för produktframtagningsområdet

Under denna rubrik ryms ett antal program av inbördes mycket olika slag och finansierade av flera olika finansiärer. Flera av dessa program är liksom de fem programmen ovan "projektprogram" (projekturvalet bestäms inom programmens yttre ämnesmässiga ramar av ansökningarnas kvalitet), medan andra är centrum- och kompetensutvecklingsprogram. De två förstnämnda är förutom projektprogram dessutom industrinära samverkansprogram, alias branschforskningsprogram.

3.2.1 Nationella flygtekniska forskningsprogrammet, 1993–

NFFP har pågått sedan 1994 och är nu inne på sin femte etapp. Som namnet antyder fokuserar programmet på flygtekniska tillämpningar och deltagandet från företagshåll är begränsat till Saab AB och VAC; i tidigare etapper deltog Ericsson Microwave Systems AB, sedermera Saab Microwave Systems och nu del av Saab AB. Företagen har ett väldigt tydligt problemformuleringsprivilegium eftersom det är de själva som söker anslagen, vilka dock slussas vidare till de FoU-utförare företagen vill samarbeta med. Till och med etapp 3 administrerades NFFP av FMV, och sedan etapp 4 (2005) av VINNOVA.

3.2.2 fordonsforskningsprogrammet, 1993–2008

ffp är fordonsmotsvarigheten till NFFP och de är samma forskningspropositions verk. Programlogiken är densamma, men industriparterna är Saab Automobile, Scania, AB Volvo, Volvo PV och Fordons Komponent Gruppen (FKG). ffp administrerades av PFF. I och med etapp 4 (2008) avslutades ffp och ersattes (tillsammans med flera andra tidigare program, bl.a. MERA) av det nya programmet Fordonsstrategisk forskning och innovation (FFI), vars samverkansprogram Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet administreras av VINNOVA.

3.2.3 KC (Kompetenscentra, 1995–2005)

Kompetenscentrumsinstrumentet lanserades som en nyskapande kraftsamling för långsiktigt FoU-samarbete mellan UoH och företag, som ger båda parterna utbyte. I ett kompetenscentrum skapas starka och innovativa FoU-miljöer där forskare från olika discipliner samarbetar med ett nätverk av företag. Forskningen inriktas på problemställningar, som är både vetenskapligt utmanande och centrala för företagen och genom deras engagemang kommer idéer och resultat till nytta. Det svenska kompetenscentrumprogrammet drevs gemensamt av Nutek/VINNOVA och Energimyndigheten och omfattade 28 kompetenscentra vid åtta UoH.

3.2.4 VINN Excellence Center (2005–)

VINN Excellence Center är en form för samverkan mellan näringsliv, offentlig verksamhet samt UoH, forskningsinstitut och andra forskningsutförande organisationer. Centrumen fokuseras på såväl grund- som tillämpad forskning och de ska verka för att ny kunskap och ny teknik leder till nya produkter, processer och tjänster. VINNOVAs ambition är att få till stånd 25 VINN Excellence Center som finansieras under 10 år. VINNOVA valde 2005 ut fyra VINN Excellence Center inom transport- och arbetslivsområdena. 2006 valdes ytterligare 15 centra.

3.2.5 VAMP (Verkstadsindustrins användning av material i sina produkter, 1996–2007)

VAMP var ett Nutek/VINNOVA-program med inriktning på integrerad tekniköverföring och teknikspridning. Projektinnehållet styrdes av användarindustrins behov av materialfunktioner och prestanda i sina produkter. 34 samverkansprojekt genomfördes och innefattade såväl företag som forskningsinstitut och UoH. Ett typiskt VAMP-projekt var 3 år långt och hade från 3–4 deltagare från institut/UoH och 10–15 företag.

3.2.6 AIS (Aktiv industriell samverkan, 1998–2003)

AIS var ett Nutek/VINNOVA-program som inspirerades av framgångarna med VAMP. AIS var dock inte begränsat till materialanvändande industri, utan vände sig till hela industrin. Inte desto mindre fanns flera tillverkningsrelevanta projekt bland de 42 projekt som genomfördes.

3.2.7 ENDREA (Engineering Design Research and Education Agenda, 1997–2003)

SSFs ENDREA-program var ett forsknings- och forskarutbildningsprogram för produktutveckling inom verkstadsindustrin, med inriktning på konstruktionsteorier och -metoder, simulering och digitala prototyper samt organisation av ingenjörsarbetet. Syftet med programmet var att utveckla forskning inom produktframtagningens område. Verksamheten drevs inom sex kluster: Simulering i produktutveckling, Produktmodeller, Arbetsätt i produktutveckling, Organisation och samverkan i produktutveckling, Underleverantörsrelationer samt Metodutveckling. Klustren avsåg bland annat att skapa ett forskningsnätverk mellan doktoranderna och deras handledare och förutsättningar för gränsöverskridande forskning.

3.2.8 PROPER (Production Engineering Education and Research, 1998–2004)

SSFs forskningsprogram PROPER omfattade även en forskarskola i produktionsteknik. Forskningsprogrammet fokuserade på tillverkningssystem och integration mellan produkten och tillverkningsprocessen, samt på tillämpad forskning. Proper var tänkt att fungera som en nod mot industrin, med programledningen vid LiU. Företagen deltog i programmet, i projekt som definierades och drevs från högskolorna.

3.2.9 ProViking 1 (2002–2007)

SSFs ProViking var ett forskningsprogram inom området produktframtagning och produktionssystem. Programmet omfattade såväl forskningsprojekt som en forskarskola, båda i samarbete med svenska industriföretag. Programmet syftade till att stärka svensk tillverkande industris konkurrenskraft, och ett viktigt inslag i det var att SMF deltog i utvecklingsprojekt tillsammans med UoH och storföretag. De tre utlysningar som gjordes riktades till forskare verksamma vid en UoH, men projektledaren kunde komma från industrin. ProViking har fått en fortsättning i ProViking 2 som löper 2008–2013.

3.2.10 ProDesign (2000–2005)

Prodesign, ett av KK-stiftelsens expertkompetensprogram, drevs med målet att främja tillväxt och lönsamhet hos SMF inom tillväxt drivande kunskapsområden eller branscher. I programmet erbjöds företagen heltäckande utbildningar inom produktframtagning med tonvikt på konstruktion, tillverkning och samspelet teknik–människa. Utbildningarna var främst inriktade på produktutveckling och effektiv tillverkning. Programmet drevs i samarbete mellan CTH, GU, JTH, Swerea IVF, KTH, LTU och UU.

3.2.11 EUs ramprogram för forskning och utveckling (1984–)⁷⁵

Ramprogrammen började försiktigt 1984, men vi koncentrerar oss här på tredje ramprogrammet (RP3), eftersom det var det första i vilket svenska organisationer systematiskt finansierades, till en början genom Nutek och mot slutet av RP3 direkt av Europeiska kommissionen. RP3 hade en total budget på 7,3 miljarder euro och innehöll för tillverkningsindustrin relevanta delprogram inom IKT samt material- och produktionsteknik.

RP4 hade ett starkare industriellt fokus med inriktning på tillämpad FoU i traditionella branscher och en budget om 13,2 miljarder euro. IKT-relaterad forskning stod för 28% av budget, industriell materialteknologi för 16% och transport 2%.

I RP5 infördes horisontella teman som SMF-deltagande och humankapitalrörlighet, vilket innebar ett litet avsteg från tidigare ramprogramms fokus på enbart FoU och teknikutveckling. Innovation som tematiskt område introducerades men i sådan liten skala att det endast hade marginell effekt. Fortfarande var fokus på samarbeten och traditionella branscher. IKT stod för 25 % av den totala budgeten på 14,9 miljarder euro och material- och produktionsteknik för 18%.

I RP6 återfinns inte industriella teknologier och material som egna teman. Istället är dessa inkluderade i andra program som NMP (Nano, Material och Produktion) motsvarade 7% av den totala budgeten på 16,3 miljarder euro. Andra relevanta program för tillverkningsindustrin inkluderar IKT med 22% av budgeten och flyg med 6%.

RP7 liknar RP6 till upplägget med programmen IKT, NMP och transport som relevanta för tillverkningsindustrin. Den totala budgeten är på 39 miljarder euro men till skillnad från de tidigare ramprogrammen som pågick fyra år var sträcker sig RP7 över sju och löper 2007–2013.

Förenklat uttryckt erbjuder de flesta projekt inom ramprogrammen delfinansiering av FoU-projekt med deltagare från flera EU-länder. Som regel finansierar Europeiska kommissionen hälften av projektets totala kostnad medan deltagande företag får stå för andra hälften, vanligen genom naturinsatser. Stora företag får som mest 50% av sina *totala* kostnader täckta, medan SMF och forskningsinstitut i och med RP7 får 75% täckning (tidigare 50%). UoH får 100% av sina *tillkommande* kostnader täckta. Denna instrumenttyp är alltså den vanligast förekommande, men det finns ett betydande antal undantag, vilka dock är av mindre betydelse i denna effektanalys.

3.2.12 EUREKA (1985–)

EUREKA är ett Europeiskt samarbetsnätverk som startades 1985 med målsättningen att främja forskningssamarbeten mellan företag och forskare inom tillämpbar FoU. Det långsiktiga målet med programmet är främst att stärka den europeiska industrins konkurrenskraft. Till skillnad från ramprogrammen är EUREKA inte en

⁷⁵ Historiebeskrivningen i detta avsnitt bygger på E. Arnold, T. Åström, P. Boekholt, N. Brown, B. Good, R. Holmberg, I. Meijer och G. van der Veen, "Impact of EU Framework programmes in Sweden", VA 2008:11, VINNOVA, 2008.

projektfinansierad organisation, utan varje part måste finansiera sitt eget deltagande med hjälp av nationella finansieringskällor. Det finns tre olika typer av EUREKA-projekt:

- Individuella projekt där inriktning, område, och kostnadsfördelning bestäms av deltagarna själva.
- Eurostars-projekt är ämnade för SMF som utför forskning. I dessa projekt står de forskande SMF för minst 50% av projektkostnaderna.
- Klusterprojekt äger rum inom redan existerande initiativ där industrin är projektledare.

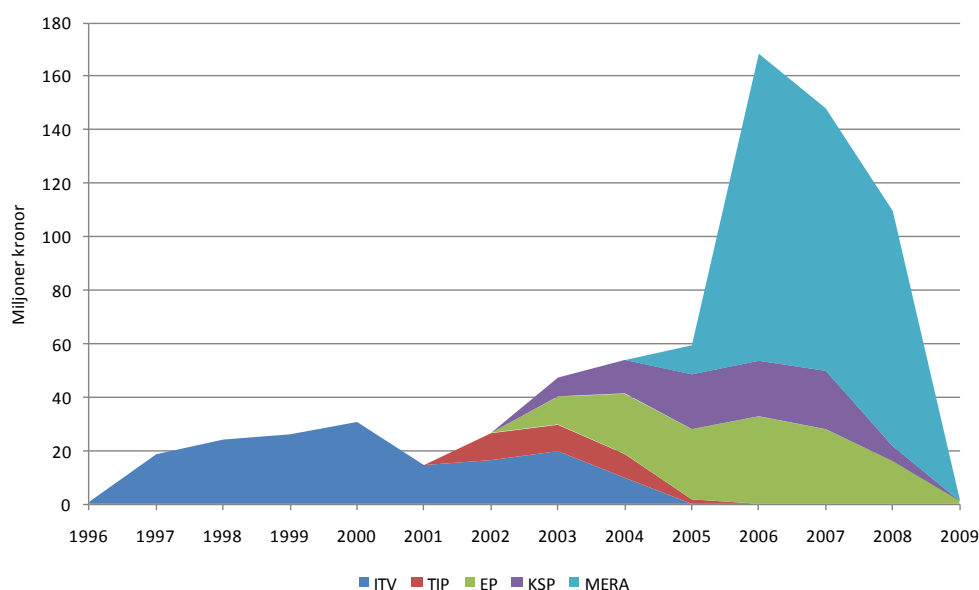
Sedan starten har totalt 4 000 projekt godkänts av EUREKA. Nätverket har 37 medlemsländer som representeras av en nationell projektkoordinator (NPC). I Sverige är det VINNOVA som ansvarar för det nationella EUREKA-kontoret. Detta innebär att VINNOVA informerar och hjälper svenska organisationer att ansöka till EUREKA. Det kan även innebära finansiellt stöd i form av resebidrag för internationella projektgruppsmöten och direkt projektstöd.

3.3 Programmen i siffror

Figur 18 visar de fem programmens samlade offentliga anslag (vilket exempelvis innebär att MERA "ligger ovanpå" de andra programmen, inte bakom)⁷⁶. Av denna figur kan vi tydligt utläsa att fördelningen över tid är extremt ojämn och att VINNOVAs offentliga finansiering inom produktframtagningsområdet formligen "exploderade" när MERA kom igång på allvar 2006 (men MERA var alltså ett tidsbegränsat regeringsuppdrag).

Vår erfarenhet visar att det tar lång tid – ofta mer än ett decennium – för att andra ordningens effekter av FoU-insatser att bli tydligt observerbara, särskilt om det är effekter av den art som ofta anges i programbeskrivningar (jmf. avsnitt 3.1) som eftersträvas. Vår erfarenhet visar att det tar lång tid – ofta mer än ett decennium – för andra ordningens effekter av FoU-insatser att bli tydligt observerbara. Således torde det för dessa fem program finnas störst chans att finna sådana effekter främst från ITV (trots de mindre beloppen), medan andra ordningens effekter från EP, KSP och särskilt MERA i många fall torde vara svåra att identifiera redan nu. Det är dock viktigt att understryka att framväxten av andra ordningens effekter bygger på ett långsiktigt uppbyggande av först resultat, sedan första ordningens effekter och först därefter andra ordningens effekter.

⁷⁶ Uppgifterna baseras på VINNOVAs beviljade anslag, inte de faktiskt utbetalda, men dessa uppgifter är så gott som alltid identiska. Dessa uppgifter innebär således inte att medlen förbrukats just det år det beviljats för; förseningar i FoU-projekt är som bekant legio.



Figur 18 De fem programmens samlade offentliga anslag.

Tabell 2 visar en enkel jämförelse mellan de fem programmen. Som framgår är programmen mycket olika vad avser offentlig budget. Det förtjänar dock att här noteras att den faktiska omfattningen av programmen är ungefär dubbelt så stor som framgår av tabellen, eftersom industrin satsat minst lika mycket som staten. Antalet deltagande organisationer skiljer sig också markant, där de äldre programmen (ITV och TIP) särskiljer sig från de mer sentida som uppvisar betydligt bredare deltaganden. Som tidigare påpekats är MERA det enda av de fem programmen där det finns företag som är medelsmottagare.

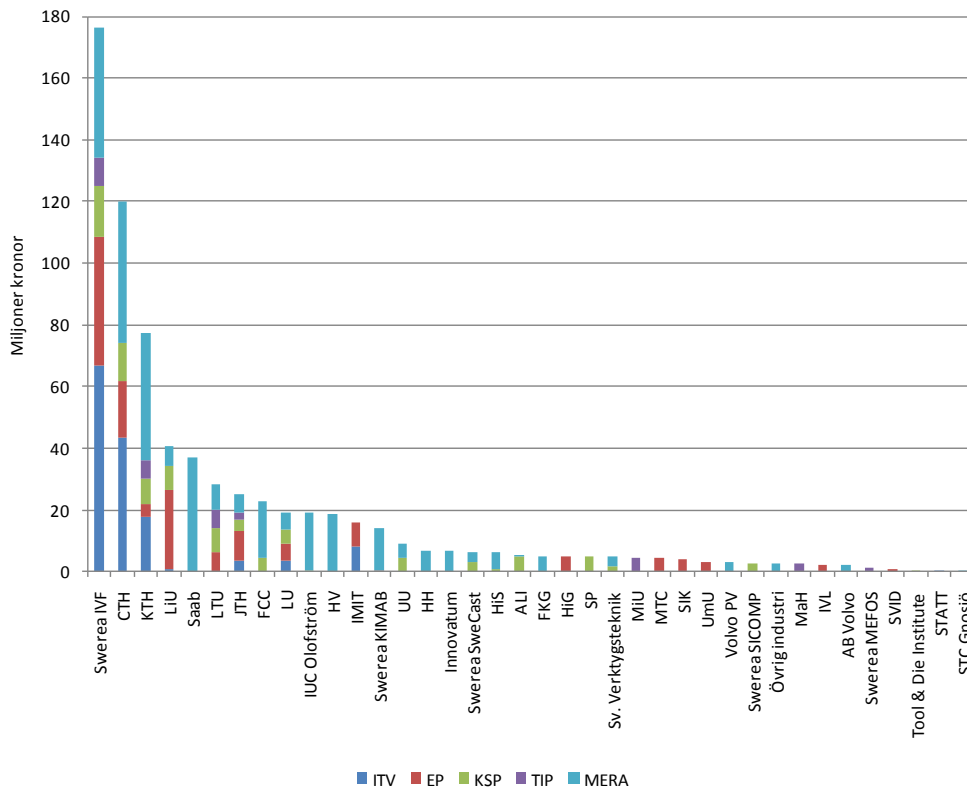
Tabell 2 De fem programmens antal projekt, offentlig budget samt antal unika mottagare av offentliga medel i olika kategorier. I detta sammanhang räknas varje deltagande UoH som en mottagare oavsett hur många institutioner som deltagit. För MERA är 2 av de 5⁷⁷ företagen FKG respektive "övriga företag", vilka i sig innefattar ett antal företag, oftast med relativt blygsamma engagemang. I summeringarna av deltagare per kategori finns ett betydande mått av "dubbelräkning" eftersom många deltagare deltar i flera program. Budget i miljoner kronor.

	Antal projekt	Offentlig budget	Antal mottagare av offentliga medel				Summa
			Institut	UoH	Företag	Övriga	
ITV	23	145	2	5	0	1	8
TIP	12	31	2	5	0	0	7
EP	35	139	5	8	0	2	15
KSP	19	88	6	8	0	3	17
MERA	56	304	5	10	5	4	24
Summa	145	707	20	36	5	10	71

⁷⁷ Scania mottog inga medel.

Figur 19 visar fördelningen av de sammanlagda offentliga anslagen från de fem programmen på mottagare.⁷⁸ Swerea IVF är tydligt den FoU-utförare som mottagit i särklass störst anslag, vilket bland annat kan förklaras av att de fem programmen har en inriktning som mycket väl stämmer överens med institutets. Det kan också noteras att CTH, KTH och LiU är stora mottagare av anslag, men eftersom det vid vart och ett av dessa lärosäten är flera institutioner som erhåller anslag, så bör eventuella slutsatser om koncentrerade satsningar dras med viss försiktighet. Det kan noteras att elva (svenska) forskningsinstitut och 15 UoH deltagit, vilket borgar för en relativt god spridning över landet. Programspecifika figurer av samma slag som Figur 19 återges i bilaga D.

I detta sammanhang kan det vara på sin plats att notera att med tanke på hur de ämnesmässiga avgränsningarna i denna effektanalys gjorts (tre teknikområden), gör analysen inga som helst anspråk på att representativt återge alla de effekter programmen givit upphov till. Särskilt bör det hållas i åtanke att Swerea IVF endast är i fokus i en delstudie (den som omfattar minst anslag, FFF), varför de effekter som i denna rapport tillskrivs Swerea IVFs insatser av fullt naturliga skäl inte står i proportion till de totalt mottagna anslagen.

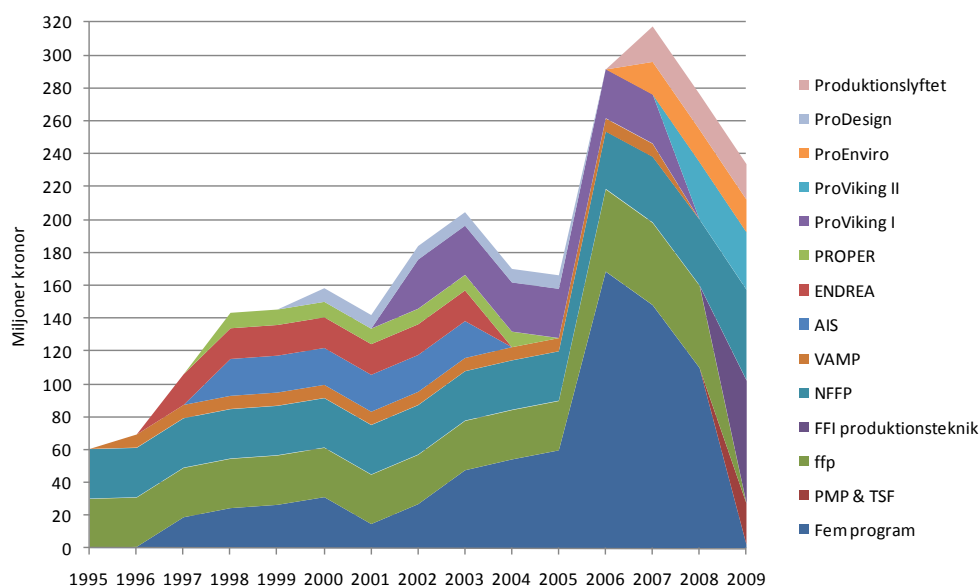


Figur 19 Slutmottagare av offentliga anslag från de fem programmen. För tolkning av förkortningarna hänvisas till bilaga A.

Figur 20 visar tydligt på behovet av en systemsyn i denna effektstudie (som tidigare diskuterats). De fem programmen utgjorde, till dess MERA kom igång på allvar 2006, inte ens hälften av den offentliga finansieringen inom området, vilket tydligt talar för en betydande försiktighet i attribueringen i analysens delstudier. Denna figur ger dock

⁷⁸ Dessa uppgifter baseras på av Nutek och VINNOVA beviljade anslag. Denna figur, liksom alla andra liknande uppgifter i denna rapport, tar hänsyn till transfereringar av anslag från projektkoordinator till annan projektpartner.

inte heller den hela bilden. Å ena sidan saknas finansieringen från EUs ramprogram helt, vilken information inte tillkännages från Kommissionen och då återstår bara att göra mycket grova approximationer eller att helt avstå; vi har valt det senare. Inte desto mindre är denna finansiering av svenska aktörer av avsevärd omfattning. Å andra sidan är det naturligtvis inte så att all den finansiering som syns i Figur 20 används till FoU inom produktframtagningsområdet, särskilt inom de ”andra programmen” (alltså de som ligger ovanpå de fem programmen).



Figur 20 De samlade offentliga anslagen från de program som beskrevs i avsnitt 3.1 och 3.2.⁷⁹ De fem programmen har i denna figur för tydlighets slagits ihop till det understa mörkblå fältet (jmf. Figur 19). Notera att ordningen i teckenförklaringen är densamma som i figuren (nerifrån och upp).

⁷⁹ För de program där faktisk budget per år är känd (ffp och NFFP) har dessa uppgifter använts. För övriga program har respektive totalbudget periodiserats rakt över programmets löptid, vilket i samråd med respektive finansjär har ansetts vara en tämligen god approximation.

4. Deltagarenkäter

Vi har som en vital del av vår datainsamling använt oss av två enkäter med en liknande uppsättning frågor. Den ena gick till de fem programmens projektdeltagare från industrin och den andra till samtliga projektledare inom UoH och institut inom samma fem program. I stora drag var syftet att få en bred bild av hur industrideltagare och projektledare har uppfattat värdet av de olika projekten och vilka effekter projektdeltagandet fått. I bilaga C återfinns frågorna i enkäten till projektdeltagarna från företagen.

I detta kapitel presenterar vi ett urval av de viktigaste resultaten från båda dessa enkäter. Uppdelningen sker mellan effekter på företagets konkurrenskraft å ena sidan och effekter på UoH/institut å andra sidan. När procenttal anges i resultatbeskrivningen så är dessa beräknade på grundval av det totala antalet svarande på respektive fråga. Kapitlet avslutas med en beskrivning av hur enkätresultaten preparerades för att kunna användas mer konkret inom ramen för de olika delstudierna. Ytterligare resultat från de båda enkäterna rapporteras alltså i delstudiekapitlen 7-9.

I redogörelsen för de effekter som vi kan utläsa utifrån enkätresultaten, så skiljer vi på första och andra ordningens effekter. Medan konkreta resultat hänförs till första ordningens effekter så kan dessa i sin tur ge upphov till nya direkta och indirekta effekter som vi benämner andra ordningens effekter. För att det överhuvudtaget ska vara möjligt att upptäcka effekter i olika led så krävs det att en viss tid har gått efter projektets avslutande. Detta uppmärksammas av en av industrirespondenterna:

Det var oväntat för mig att lärdomar från projekt skulle efterfrågas åtskilliga år efter projektslut snarare än i anslutning till projektet. Men egentligen är det ju logiskt om man tänker på att nya idéer behöver mogna.

4.1 Om respondenterna

I Tabell 3 redovisas svarsfrekvens för respektive enkät. Populationerna har begränsats till följd av exempelvis ogiltiga e-postadresser, vilket var mycket vanligt förekommande bland potentiella respondenter för industrienkäten.

Tabell 3 Svarsutfall för de två enkäterna.⁸⁰

	Antal i populationen	Antal svarande	Svarsfrekvens
Industrideltagare	370	157	42,4%
Projektledare inom UoH och institut	70	51	72,9%

Svarsfrekvenserna bedöms vara tillräckligt goda för att data ska kunna anses ha god tillförlitlighet, även om bortfallet överstiger hälften av population bland industrideltagarna. Materialet har ett visst internt bortfall, men inte i någon stor utsträckning, särskilt efter att vi räknat dem som endast svarat på den första eller de två första frågorna som uteblivna svar. Svartsbortfallet är heller inte systematiskt i något avseende, då de enkätsvar som sällats bort efter att inte ha besvarat mer än den första eller de två första frågorna inte avviker från populationen i stort vad avser program och typ av företag.

⁸⁰ Flera projekt inom MERA leddes av anställda vid företag, men dessa ingår inte i kategorin "Projektledare inom UoH och institut" utan i "Industrideltagare".

Kontaktuppgifter till potentiella enkätresponder har vi få sammanställt baserat på följande underlag:

- **ITV:**
 - UoH och institut under Nutek-tiden: Vi har själva letat beslutsbrev i pärmar på VINNOVA. Trots att de totala anslagsbeloppen stämmer överens med VINNOVAs sammanställningar, finns en risk att vissa beslutsbrev från Nutektiden inte återfunnits, och projektledare kan därmed saknas.
 - UoH och institut under VINNOVA-tiden: VINNOVA har tillhandahållit underlag som bedöms vara heltäckande.
 - Industri: Vi har själva tagit fram underlag genom korrespondens med respektive projektledare. Svarefrekvensen i denna korrespondens var otillfredsställande och uppgifterna var av varierande kvalitet. Det är stor sannolikhet att många företagskontakter saknas.
- **TIP, EP, KSP:**
 - UoH och institut: VINNOVA har tillhandahållit underlag som är heltäckande.
 - Industri: VINNOVA har på vår begäran tagit fram underlag genom korrespondens med respektive projektledare. Svarefrekvensen i denna korrespondens var relativt bra, men det är stor sannolikhet att flera företagskontakter saknas.
- **MERA:**
 - UoH och institut: VINNOVA har tillhandahållit underlag som är heltäckande.
 - Industri: VINNOVA har tillhandahållit underlag som är heltäckande.

Dessa tydliga skillnader mellan programmen får naturligtvis konsekvenser när vi jämför de olika respondentgrupperna från de fem programmen. Som framgår av Tabell 4 så ligger den stora tonvikten bland industriresponenterna på MERA-programmet, som hela 70% svarar att de deltagit i. Detta torde dels bero på den goda kvalitén i kontaktuppgifterna för MERA och dels i att programmet avslutades så pass nyligen, vilket troligen gjort respondenterna mer benägna att svara. Som synes finns betydligt färre industrisvar som avser de fyra andra programmen och i synnerhet ITV och TIP. För projektledarna vid UoH och institut ser bilden annorlunda ut. EP dominerar klart, där nästan hälften av respondenterna har medverkat, följt av ITV, MERA och KSP.

Tabell 4 Respondenternas deltagande i de fem programmen. Procentsatserna summerar till mer än 100% eftersom flera respondenter deltagit i mer än ett av programmen.

	ITV	TIP	EP	KSP	MERA
Industrideltagare	5%	2%	16%	12%	70%
Projektledare inom UoH och institut	33%	14%	49%	24%	26%

Den ojämna fördelningen av svar mellan programmen som framgår av Tabell 4 får implikationer på tolkningen av resultaten från framförallt industrienkäten. Till stor del representerar resultaten i industrienkät effekter av MERA-programmet. Den tonvikt på program som här hamnar närmare nutid (EP och KSP slutar 2009, MERA slutade 2008) kan även i detta sammanhang försvåra att upptäcka effekter som tar längre tid att kunna observeras. Förutom skillnader i kvalitet på kontaktuppgifter finns det andra skäl till fördelningen i Tabell 4. I ITV och TIP var projekten forskarinitierade och företag deltog huvudsakligen i styrgrupper. I EP och KSP var projekten forskarinitierade men företagen deltog aktivt i projekten. I MERA var

projekten företagsinitierade och flera av dem leddes av företag medan UoH/institut gjorde det mesta av det offentligt finansierade arbetet.

Med detta sagt finns det samtidigt sätt att dra fördel av skillnaderna genom att göra relevanta jämförelser mellan respondentgrupperna. Sammantaget finns det en god representation från de fem programmen och vi kan i övrigt inte se något systematiskt bortfall som skulle kunna påverka svarens tillförlitlighet.

De svarande industrideltagarna hade i en tredjedel av projekten fungerat som intern projektledare för företagets räkning, de hade i nästan lika stor utsträckning varit projektmedarbetare och i närmare en femtedel av projekten deltagit som medlem i en projektstyrgrupp. Positionerna som respondenterna i huvudsak innehar inom sitt företag är specialister och projektledare men det har även svarat olika typer av enhetschefer inom framförallt produktion.

Fordonstillverkarna dominerar kraftigt bland industrirespondenterna. 20% arbetar för AB Volvo, 16% för Volvo PV, 8% för Saab Automobile och 7% för Scania; totalt 51%. Andra storföretag inom tillverkningsindustrin såsom Sandvik, ABB, Alfa Laval och SSAB bidrar var och ett endast med några procent av respondenterna. Representanter för SMF är i kraftig minoritet. Fordonsindustrins dominans förklaras delvis av den stora övervikten för deltagare i MERA-programmet där de fyra fordonstillverkarna fungerade som huvudsakliga industriparter.

Av dem som har svarat på projektledarenkäten till UoH och institut är det hela 35% som arbetade eller fortfarande arbetar på Swerea IVF. Därutöver är det CTH (14%), KTH (10%), LTU (8%) och LiU (8%) som framförallt var/är hemvist för projektledarna. Över hälften av de svarande arbetar idag som forskargrupsledare medan en tredjedel är forskare.

4.2 Effekter på företagets konkurrenskraft

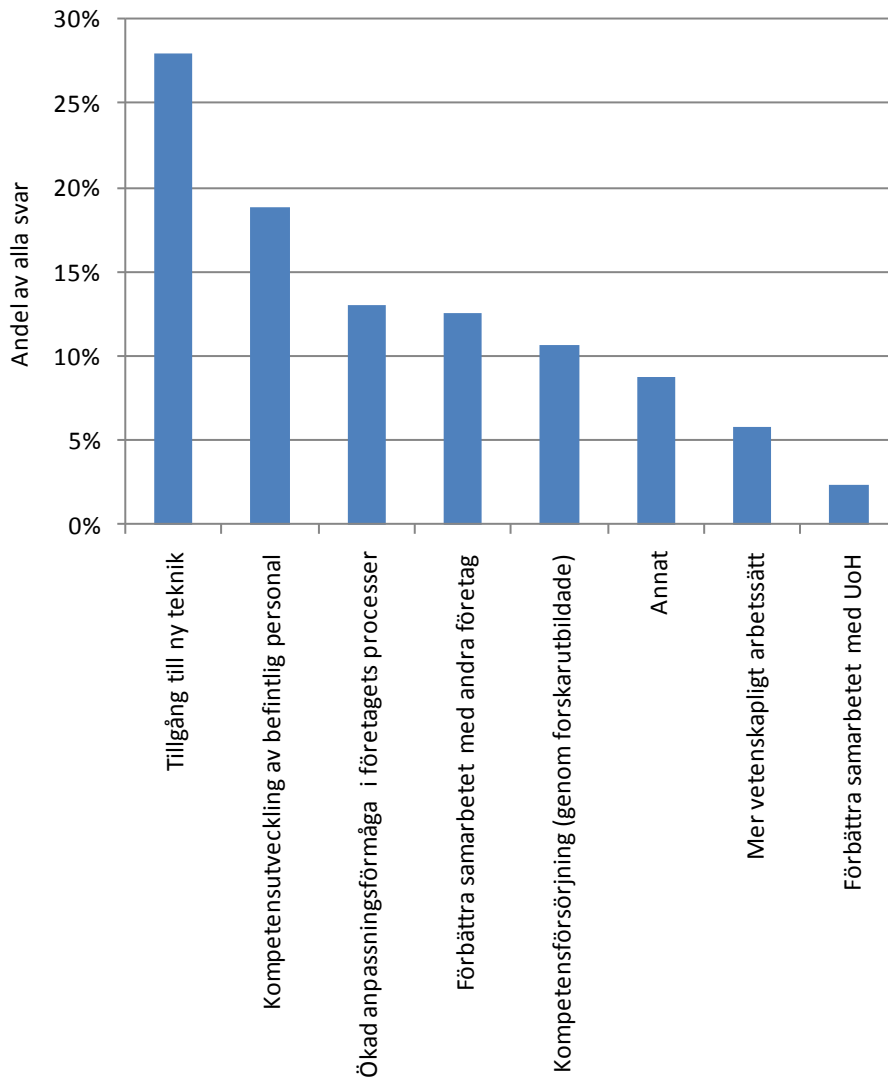
4.2.1 Första ordningens effekter

För att kunna diskutera effekter från projektdeltagande är det naturligtvis en god början att se närmare på vad som drev företagen att delta från första början. Vad var det man ville uppnå? Svaret kan vi se i Figur 21 som rankar de motiv som vägde tyngst när företagen fattade beslutet att delta. Det bör tilläggas att för många företag naturligtvis är en kombination av angivna faktorer, men i det här fallet har vi tvingat respondenterna att endast välja ett alternativ.

En förhoppning om ”tillgång till ny teknik” hamnar alltså klart högst medan kompetensutveckling ligger som god tvåa. Företagen ville få hjälp att utveckla ny teknik och kunskap som sedan förhoppningsvis skulle kunna tillämpas i den egna verksamheten. En tolkning är att fokus i mångt och mycket låg på att stärka den egna konkurrenskraften. Merparten av de deltagande företagen kommer från hårt konkurrensutsatta branscher som kämpade (och fortfarande kämpar) för att vara internationellt konkurrenskraftiga. Värt att notera är att endast drygt 10% av respondenterna hade kompetensförsörjning som främsta motiv. I vår av effektanalys av ffp⁸¹ framgick att detta var en av de två främsta drivkrafterna (då formulerat som ”forskarutbildade personer med insikt i fordonstekniska frågeställningar att rekrytera”). Att ”tillgång till ny teknik” ligger i topp har återigen troligtvis sin förklaring i dominansen från MERA-programmet, som fokuserade mer på utveckling (U) än forskning (F). Där ingick en hel del projekt som uttryckligen syftade till industriell teknik- och kompetensutveckling, ibland t.o.m. utan medverkande FoU-utförare. Därför är det kanske inte heller förvånande att alternativ som att ”förbättra

⁸¹ S. Faugert, E. Arnold, M.-L. Eriksson, T. Jansson, P. Mattsson, L. Niklasson, P. Salino, H. Segerpalm och T. Åström, ”Effekter av statligt stöd till fordonsforskning – Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft”, VINNOVA, VA 2009:02, 2009.

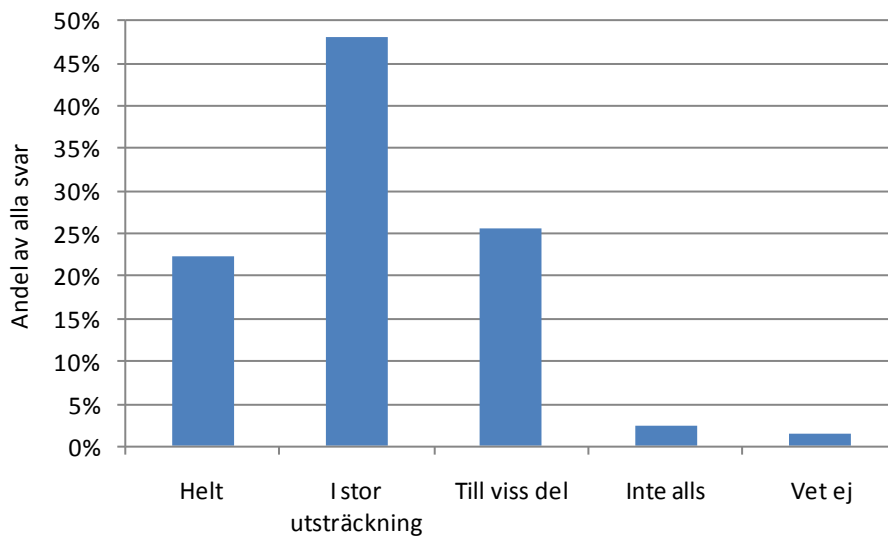
samarbetet med UoH” och ”mer vetenskapligt arbetssätt inom FoU i företaget” prioriterats lågt.



Figur 21 Huvudsakligt motiv till företagets projektdeltagande.

Här kan man också tänka sig en eventuell skillnad vad gäller tidigare erfarenheter av offentligt stödda FoU-program, vilka skulle kunna ha skapat en högre mognadsgrad och därmed mer realistiska förväntningar på deltagandets utfall. Ungefär en tredjedel av respondenterna har tidigare deltagit i liknande offentligt stödda FoU-program och för dessa hamnar ”kompetensutveckling av befintlig personal” i stället knappt före ”tillgång till ny teknik”. En försiktig tolkning skulle kunna vara att kompetensutveckling är ett mer realistiskt utfall, men för att kunna fastslå detta behöver vi även se närmare på i vilken grad respektive förväntning motsvarades.

Som framgår av Figur 22 så ser vi att i ett övergripande perspektiv blev få industrideltagare besvikna. Hela 70% av respondenterna menar att företagets angivna motiv tillfredsställes helt eller i stor utsträckning. Vi kan därmed sluta oss till att företagen genom sitt projektdeltagande i mångt och mycket uppnådde det mervärde som de efterfrågade av FoU-programmen enligt föregående stycke. Hur ser det då ut med graden av realismen i förväntningarna? Enligt enkätsvaren så har deltagarmotivet hos de ”erfarna” deltagarna (enligt ovan) i än högre grad tillfredsställts (en tredjedel svarar ”helt” jämfört med 22 % av samtliga).



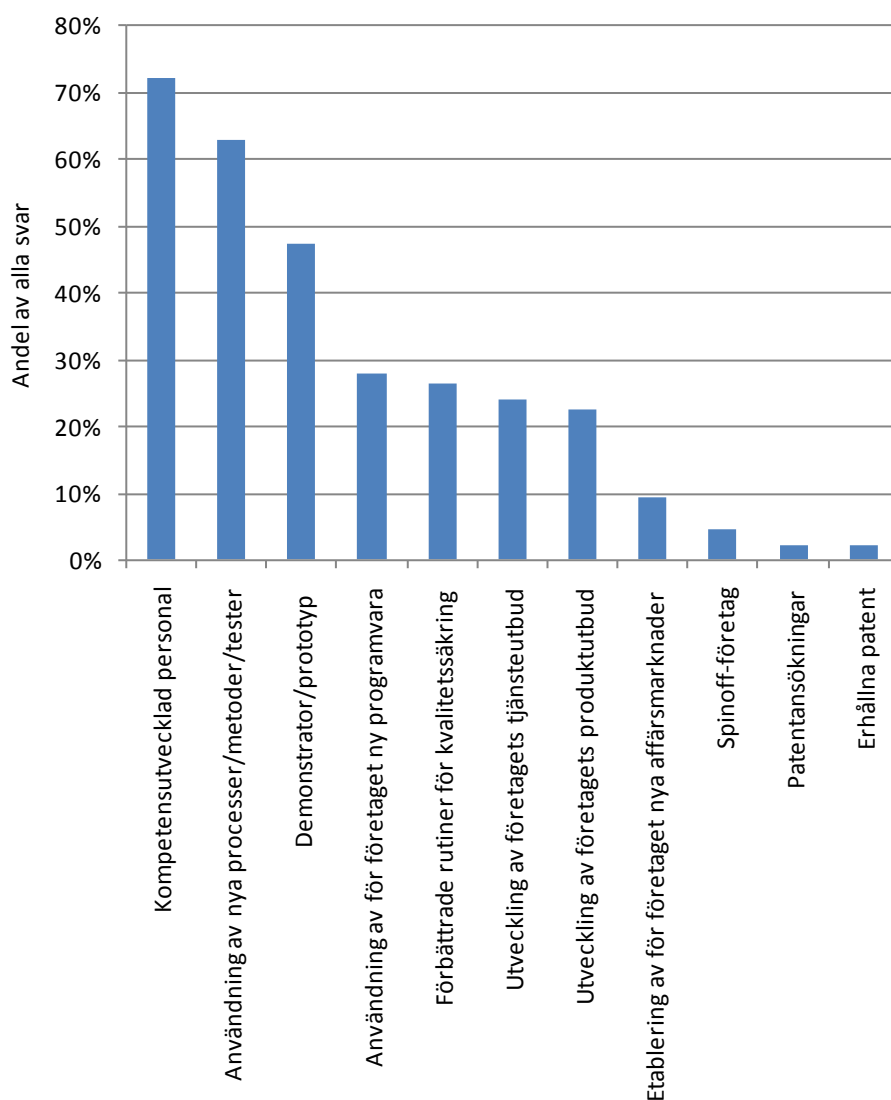
Figur 22 Upplevd tillfredsställelse relaterat till motivet till företagets projektdeltagande.

Att ovannämnda motiv till stor del blev tillfredsställda genom deltagandet visar sig i effekter från de olika FoU-programmen. Men motivfrågorna är inte tillräckliga i det här avseendet. Projekten kanske har lett till helt andra resultat än vad som var den ursprungliga drivkraften. Dessutom har vi inte fått svar på vad exempelvis tillgången till teknik i praktiken har inneburit. Det är naturligtvis en stor skillnad på om det resulterat i patentansökningar, en demonstrator/prototyp eller ren utveckling av produkt- eller tjänsteutbudet.

Därför fick respondenterna även svara på den mer specifika frågan vad de olika projekten har lett till. Resultatet redovisas i Figur 23. Även om "kompetensutvecklad personal" bara var det näst viktigaste motivet för deltagande (jmf. Figur 21), så är detta resultat av deltagandet från över 70% av respondenterna det klart mest frekvent förekommande. Eftersom kunskapsintensiva produkter och tjänster blir allt viktigare för att tillverkningsindustrins företag ska kunna vara internationellt konkurrenskraftiga, är vidareutbildning av de anställda helt avgörande. I det sammanhanget har alltså programmen bidragit väsentligt.

Vad hände då med tillgången till ny teknik? Omkring hälften av industrideltagarna kan se att projekten har lett till en demonstrator/prototyp inom företaget, medan endast en bråkdel anger patentansökningar eller erhållna patent som ett resultat. Snarare är resultaten processinriktade. Över 60% har angett att "användning av för företaget nya processer, metoder eller tester" är en effekt av projektdeltagandet. Det påpekas av flera intervjupersoner att processrelaterade innovationer sällan patenteras, eftersom man hellre försöker behålla dem hemliga så länge som möjligt. Vi ska dock komma ihåg att MERA-programmet var inriktat på produktionsteknik vilket kan vara en naturlig förklaring till att alternativ som mer explicit fokuserar på konkurrenskraft som "etablering av för företaget nya affärsmarknader" hamnar i botten. Generellt handlar dessa FoU-program snarare om långsiktig FoU och kunskapsutbyggnad än kortsiktig produktutveckling. Som framkom i vår effektanalys av ffp så är den direkta användbarheten av resultaten inte det primära värdet av deltagandet. Snarare kan det kanske handla om uppslag och nya idéer. Det vi ser i Figur 23 säger oss heller inget om omfattningen eller hållbarheten av projektresultaten, men en av enkätrespondenterna är i alla fall säker på sin sak:

Projektets resultat är helt och hållet inarbetat i Volvo PVs dagliga arbetssätt och verktygslåda.

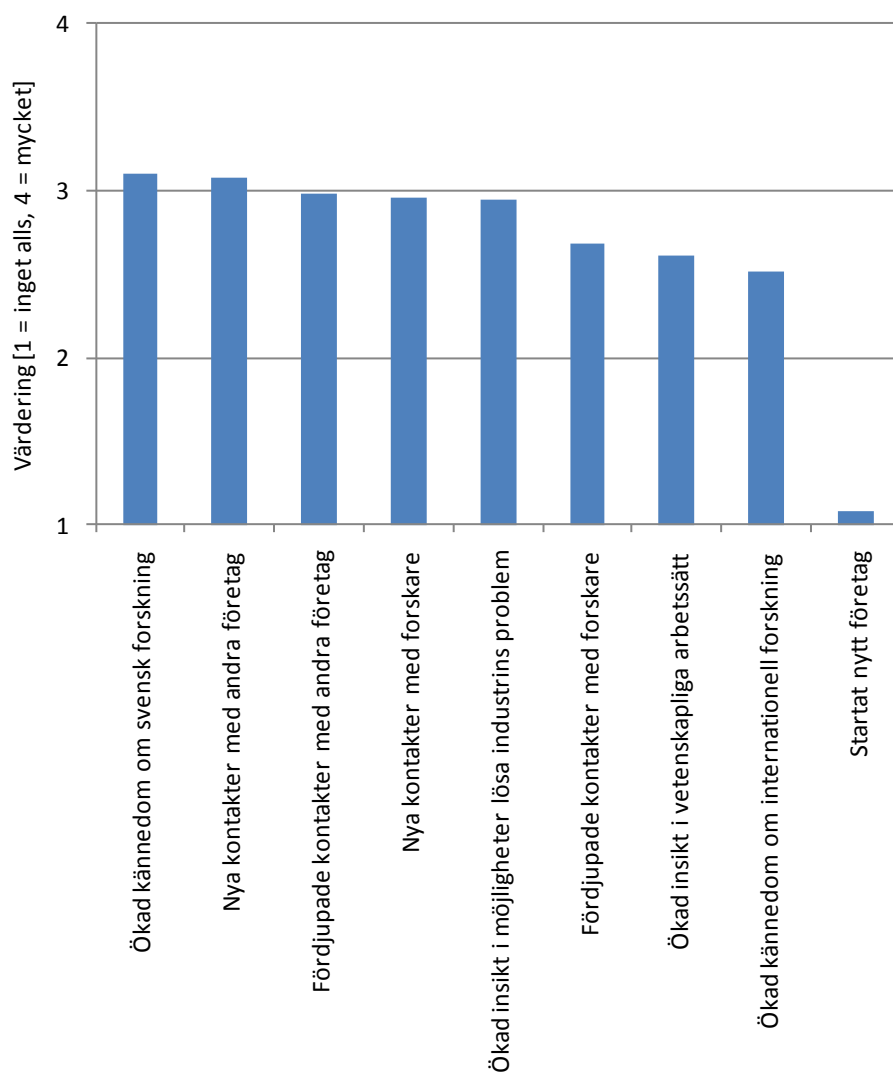


Figur 23 Vad projekten har lett till enligt företagsrespondenterna.

Även projektledarna inom UoH och institut har i sin enkät bedömt resultat från projekten som framförallt berör de samverkande företagen. 44% framhåller att prototyper resulterat, medan spinoff-företag har uppkommit i projekt som letts av 8% av respondenterna.

Kompetensutveckling av befintlig personal hamnade högst upp, både angivet bland företagets deltagarmotiv samt som en effekt av projektdeltagandet. Vad skulle då denna kompetensutveckling kunna bestå i mer konkret? Vi frågade industrirespondenterna ”vad projektdeltagandet hade betytt för dem personligen” (se Figur 24). Det visade sig att ”ökad kännedom om vilken forskning som bedrivs i Sverige” värderas som den mest betydelsefulla effekten, men både nya och fördjupade kontakter med andra företag ses som viktiga effekter på ett personligt plan. Återigen blir det intressant om detta påverkats av tidigare erfarenheter av att delta i offentligt stödda FoU-program. Vid en jämförelse förefaller så dock inte vara fallet. För de ”erfarna” deltagarna gav deltagandet i något högre grad en ”ökad insikt i UoHs/instituts förutsättningar att lösa industrins problemställningar”. Däremot kan förstås andra erfarenheter spela in, exempelvis huruvida respondenten själv är forskarutbildad (vilket påpekas av flera respondenter). Hur erfarenheten kan förändra den personliga betydelsen ger följande enkätrespondent ett gott exempel på:

Jag har sedan 1995 haft kontakt med IM/IVF⁸², så projekten har mestadels hållit vid liv redan befintliga kontakter



Figur 24 Värdering av den personliga betydelsen av projektdeltagandet för industrideltagarna.

I nästföljande avsnitt ska vi se lite djupare på vad industrideltagarna ser för effekter efter projektens avslutande.

4.2.2 Andra ordningens effekter

Generellt sett kan man säga att det tar tid för effekter av ett FoU-program att bli synliga. Ökad konkurrenskraft är även något som har många beståndsdelar och att avgöra huruvida ett visst FoU-program leder till detta är en snårig väg som kräver en bred palett av indicier och effekter som har helt andra ursprung. Vad kan man då se med hjälp av en enkät?

⁸² Numera Swerea KIMAB respektive Swerea IVF.

Inledningsvis använder vi backspegeln och tittar på i vilken mån projekten inom de fem programmen har byggt vidare på andra projekt med liknande innehåll. Detta är ett mått på programmets värde och logik i en bredare kontext av FoU-program, men ger även en bild av i vilken grad helt nya initiativ har tagits. 38% av respondenterna har i industrienkäten angett att något eller några av projekten bygger vidare på projekt i offentligt stödda program och följaktligen deltog 62% av respondenterna i projekt som i detta sammanhang utgjorde nya initiativ. De två mest frekvent förekommande programmen som av industrirespondenterna angetts som ursprung till projekt inom de fem programmen är ffp och VAMP.

Ett ytterligare sätt att avgöra värdet på FoU-programmen samt att betrakta mer konkreta följd effekter av projektdeltagandet är att se om projekten gett upphov till något nytt projekt inom företaget (inte nödvändigtvis ett FoU-projekt). En av respondenterna framhåller just vikten av att "företagen får stöd av ett fortsättningsprojekt för att orka implementera resultaten" från det föregående projektet. När vi ställde frågan visade det sig att hela 45% av respondenterna svarade att så var fallet. Knappt 30% svarade negativt på frågan, medan en fjärdedel ej upplevde sig ha kännedom om detta. Det klart mest förekommande sammanhanget för finansieringen av de nya projekten var FFI, som 2009 ersatte ffp och ett antal andra fordonsinriktade FoU-program. Detta visar framförallt på en god koppling mellan MERA och FFI, vilket en av respondenterna uttrycker som "kortare uppstart av FFI-projekt då goda kontakter hade skapats genom MERA programmet". Även EUREKA och NFFP nämns som FoU-program inom vilka de nya projekten har uppstått. De deltagare som angett att projekten byggde vidare på tidigare projekt i offentligt stödda program såg i något lägre utsträckning (41%) att ett nytt projekt följde som ett resultat av projektet i de fem programmen.

Vi nöjer oss dock inte med att endast konstatera att nya projekt resulterat. För att kunna bedöma hållbarheten i samarbetena i de ursprungliga projekten, så frågade vi även om hur samarbetsmönstret såg ut för följdprojekten. Det visade sig att nästan två tredjedelar (64%) av respondenterna fortsatte samarbeta med både samma företag och samma FoU-utförare som i de ursprungliga projekten. Detta tyder på en god hållbarhet vad avser de olika samarbeten som i sig kan vara avgörande för ett framgångsrikt forskningsprojekt. Samtidigt föreligger här en risk för en "inläsningseffekt" med ett potentiellt beroende av externa medel och förnyelse i samarbetsmönstren behöver därför naturligtvis inte vara negativt i sammanhanget. Det ska tilläggas att inte alla följdprojekt hade externa samarbetspartners eller för den delen deltagande forskare överhuvudtaget.

För att säkerställa kopplingen mellan projekten i de fem programmen och följdprojekten så bad vi även respondenterna att lista sina tre viktigaste företagspartners respektive sina tre viktigaste samarbeten med FoU-utförare i följdprojekten. Därefter ställde vi frågan huruvida dessa samarbeten huvudsakligen uppstod som ett resultat av företagets deltagande i de ursprungliga projekten. Utfallet visar att en bra bit över hälften (65%) – när det gäller samarbete med FoU-utförare nästan tre fjärdedelar (73%) – av industrirespondenterna gör kopplingen tillbaka till projekt i de fem programmen. Här kan vi alltså se tydliga effekter av FoU-programmen. Men även om de nya projekten har ett värde i sig genom befastandet av samarbetsmönster eller initierandet av nya samarbeten, så behöver vi naturligtvis se på mer konkreta resultat. Därför ställde vi respondenterna inför samma alternativ som i Figur 21. Även om ordningen är densamma, med "kompetensutvecklad personal" och "användning av för företaget nya processer, metoder eller tester" högst upp, så anges dessa enbart av 21% respektive 19% av respondenterna. Det huvudsakliga skälet till denna skillnad torde dock vara att dessa nya projekt i många fall är nystartade och pågående (MERA-programmet pågick mellan 2005–2008) och att det därför är för tidigt att förvänta sig några resultat. Här skulle det förstås vara intressant att göra jämförelser med enkätsvar från de tidigare programmen men både ITV och TIP har tyvärr för få respondenter i den här enkäten för att det ska vara görbart.

Avslutningsvis framhöll en del respondenter i de öppna svaren de starka effekter som programmen har fått på de företagsinterna styrkeförhållandena. Ett utökat internt samarbete, en förstärkning av produktionsenhetens position inom företaget eller till och med ett stärkande av företags position inom koncernen. Dessa svar påminner i mångt och mycket om vad vi fann i utvärderingen av MERA-programmet⁸³, vilket förefaller rimligt med tanke på den stora andelen respondenter från det programmet.

4.3 Effekter på universitet, högskolor och forskningsinstitut

4.3.1 Första ordningens effekter

VINNOVA har som mål att ”stärka forskning och innovationsförmåga genom internationellt samarbete”. Myndigheten ser internationellt samarbete inom vetenskap och teknik som ett allt viktigare ”instrument för framtida konkurrenskraft”⁸⁴. I enkäten till projektledarna vid UoH och institut ställde vi frågan om respektive forskargrupps deltagande i internationella samarbeten har påverkats sedan tiden för projekten inom de fem programmen. 66% har sett ett ökat samarbete och dessa respondenter bad vi även bedöma i vilken utsträckning som själva projekten har bidragit till den utvecklingen. På en skala mellan 1 och 4, där 1 betydde ”ingen betydelse” och 4 betydde ”mycket stor betydelse” så hamnade snittet på 3,1, vilket uppenbarligen betyder att dessa projekt haft mycket stor betydelse i detta sammanhang. Sammanlagt gav 37% av respondenterna projekten mycket stor betydelse som internationaliserande faktor.

Ett sätt att resonera kring effekter på FoU-utförare är att mäta resultat i form av publicerade artiklar samt avhandlingar, eftersom publikationer och examina är UoHs främsta ”produkter” (för institut gäller inte detta alls på samma sätt). Vi har i detta sammanhang i båda enkäterna frågat efter förekomsten av följande som ett resultat av projekten inom de fem programmen, se Tabell 5.

Tabell 5 Resultat uppnådda inom UoH och institut enligt industrideltagare respektive projektledare vid UoH och institut.

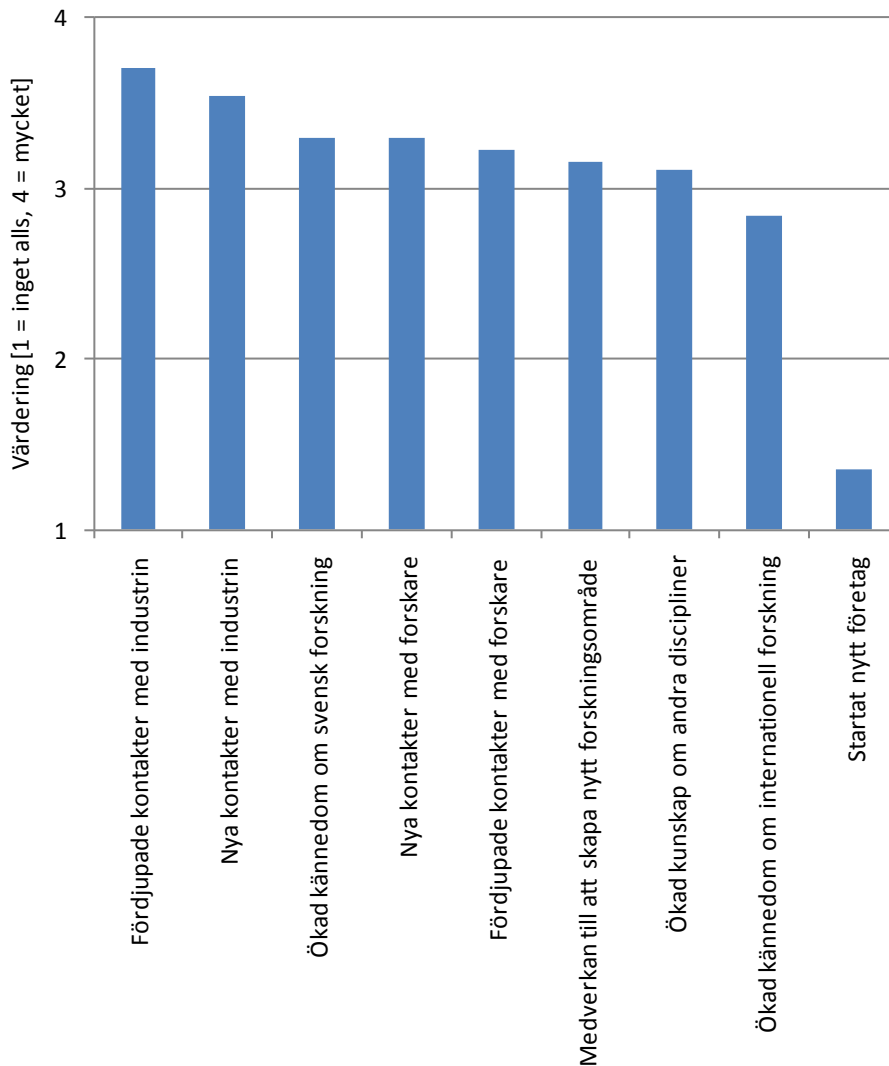
Resultat	Uppkommit enligt (andel)	
	Industrideltagare	Projektledare UoH/institut
Artiklar i vetenskapliga tidskrifter	40%	78%
Andra artiklar	34%	94%
Doktorsavhandlingar	21%	54%
Licentiatavhandlingar	31%	53%

Förekomsten av doktorander i programmen och deras fortsatta mobilitet behandlas betydligt mer utförligt i kapitel 5, men vi kan åtminstone konstatera att i över hälften projektledarnas projekt så uppkom både doktors- och licentiatavhandlingar. Skillnaderna mellan industrienkäten och forskarenkäten kan till viss del naturligtvis bero på att man har bättre kännedom om dessa resultat inom UoH och institut. Men återigen så kan dominansen från MERA-programmet, som uttryckligen hade tyngdpunkten på utveckling snarare än på forskning, spela in. I de öppna kommentarerna framhåller forskarna bland annat den långsiktiga kunskapsbildningen som har betydelse i skapandet av nya FoU-projekt samt i vissa fall en direkt påverkan på grundutbildningen.

⁸³ T. Åström, T. Jansson, L. Niklasson och S. Faugert, ”Utvärdering av MERA-programmet”, VINNOVA, VA 2008:14, 2008.

⁸⁴ ”VINNOVAs internationella strategi”, VINNOVA, VP 2009:02, 2009.

Både fler och mer intensiva samarbeten mellan UoH/institut och industri är ett explicit syfte med samtliga av dessa FoU-program. Därför är det intressant och glädjande att se att ”fördjupade kontakter med industrin” respektive ”nya kontakter med industrin” tillmäts en så stor betydelse. Värt att påpeka i sammanhanget är dock att motsvarande (nya och fördjupade kontakter med FoU-utförare) effekter av industrirespondenterna bedömdes ha mindre personlig betydelse. Betyder projektdeltagande inom dessa FoU-program mer för FoU-utförare när det gäller att etablera och fördjupa kontakter med industrin än vice versa? Eller värdesätter man helt enkelt dessa kontakter på olika sätt? Vi vet exempelvis att endast ett par procent av industrirespondenterna ansåg att det huvudsakliga motivet till projektdeltagande var att ”förbättra samarbetet med UoH” (jmf. Figur 21). Utan att fastställa ett svar på de frågorna, kan vi åtminstone sluta oss till att effekterna på samverkan har varit betydande.



Figur 25 Värdering av den personliga betydelsen av projektdeltagandet för projektledare vid UoH och institut.

En intressant iakttagelse som kan göras utifrån Figur 25 är den stora betydelse som projektdeltagandet uppges ha haft för skapandet av nya forskningsområden samt för att öka kunskap om forskning inom andra discipliner. Det stämmer väl in på de hypoteser som har framkommit under analysens gång; nämligen att programmen dels har bidragit till att nya FoU-miljöer skapats och byggts upp och att

produktionsforskningen som förut hade svårt att få finansiering fått höjd status, och dels har bidragit till nya tvärvetenskapliga samarbeten inom akademien. Här är det dock viktigt att vara försiktig med tolkningar. Att ”skapa nya forskningsområden” kan även förstås som att befintlig forskning har fått ett nytt applikationsområde eller att forskningsområdet inom ramen för programmen är nytt för forskaren personligen men samtidigt har existerat redan innan⁸⁵. Även ”ökad kunskap inom andra discipliner än sin egen” är naturligtvis otillräckligt för att fastslå att nya tvärvetenskapliga samarbeten de facto har ägt rum. Det ska dock påpekas att ett flertal industriresponenter i de öppna svaren vill framhålla just uppbyggnaden och etableringen av nya och industrinära FoU-miljöer som programmets kanske viktigaste effekter.

Avslutningsvis gjorde vi även i detta sammanhang en jämförelse mellan de ”erfarna” respondenterna, det viss säga de som tidigare har deltagit i liknande offentligt stödda FoU-program, och övriga respondenter. I detta fall gav dock jämförelsen inga intressanta resultat.

4.3.2 Andra ordningens effekter

Enligt fler än hälften (57%) av respondenterna i forskarenkäten så har ett eller flera av projekten inom de fem programmen byggt på tidigare offentligt stödda FoU-program. Bland dessa program hamnar ProViking 1 (SSF), EUs ramprogram och ENDREA (SSF) högst upp. Detta komplicerar attribueringen av effekterna till just de fem VINNOVA-programmen och understryker behovet av den systemsyn vi valt för denna effektanalys.

När vi frågar om projektens upphov till nya projekt inom organisationen stiger däremot siffran markant. Hela 88% anger att något eller några projekt inom de fem programmen har gett upphov till nya projekt för organisationen. De finansiärer som förekommer är framförallt VINNOVA och SSF och de vanligast förekommande FoU-programmen är ProViking 2, FFI och NFFP. Ett fåtal respondenter har angivit icke-offentliga finansiärer.

I syfte att se djupare på samarbetsmönster och hållbarhet kan vi konstatera att 89% av respondenterna som har varit projektledare för ett projekt som bygger på ett tidigare offentligt stött FoU-program även har sett projekten ge upphov till nya projekt. Med andra ord; det är mycket vanligt att det skapas en form av projektkedja som sträcker sig över lång tid och över ett flertal FoU-program, ofta med olika finansiärer. Detta stärker vår hypotes att VINNOVA, SSF och KKS har olika, men komplementära roller i innovationssystemet och att EUs ramprogram utgör ett viktigt komplement till den svenska offentliga finansieringsmixen.

Hur ser det då ut med industrisamverkan i de nya projekten? Enkätsvaren visar att 84% av respondenterna har haft nya företagssamarbeten i de nya projekten. Här kan man göra skilda tolkningar. Det kan dels tyda på att hållbarheten i industrirelationerna är svag, men det kan lika gärna innebära att nya initiativ och kontakter har lagts till redan upparbetade relationer och svaret kan möjligen tas till intäkt för teknikspridning till nya företag. Positivt är i varje fall att 72% av dessa nya företagssamarbeten huvudsakligen uppstod som ett resultat av deltagandet i de ursprungliga projekten inom de fem programmen.

Avslutningsvis så resonerar enkätrespondenterna inom UoH och institut i fritext om de mer långsiktiga effekterna av programmen. Det handlar bland annat om att skapa livaktiga forskargrupper, att knyta till sig internationella toppforskare och skapandet av en nationell samordning inom produktionsområdet.

⁸⁵ T. Åström, T. Jansson, L. Niklasson och S. Faugert, ”Utvärdering av MERA-programmet”, VINNOVA, VA 2008:14, 2008.

4.4 Delstudiespecifika enkätsvar

Vår effektanalys koncentreras mer specifikt till tre i förstudien definierade ”strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri”. I syfte att kunna använda enkätmaterial inom de olika delstudierna som redovisas i delstudiekapitlen 7–9, så har en stratifiering av respondenterna gjorts i detta avseende. Detta har skett på två olika sätt. I företagsenkäten fick respondenterna själva svara på vilket av nedanstående fyra områden som man i första hand skulle vilja placera sitt företags projektdeltagande inom ramen för de fem programmen i. Eftersom en sådan fråga ej fanns med i forskarenkäten, så bad vi VINNOVA att klassificera respektive projektledare inom dessa områden. Två projektledare hamnade inom både ”geometrisäkring” och ”IT-understödda tillverkningsprocesser”. Resultatet i Tabell 6 visar på en relativt balanserad fördelning mellan de två grupperna av enkätrespondenter, förutom att en klart mindre andel av industrirespondenterna anser sitt projekt höra hemma i ”IT-understödda tillverkningsprocesser” till förmån för ”inget av dessa områden”.

Tabell 6 Fördelning av respondenter mellan delstudier.

Delstudie	Industri- deltagare	Projektledare UoH/institut
Funktionsförsäljning	9%	18%
Friformsframställning	4%	2%
Geometrisäkring (avser här alla aktiviteter som syftar till att minimera effekterna av geometrisk variation i färdig produkt)	22%	20%
IT-understödda tillverkningsprocesser (avser här endast formning, skärande bearbetning, värmebehandling och fogning)	21%	39%
Inget av dessa områden	44%	26%

5. Forskarmobilitet

De fem VINNOVA-program som utgör fokus för denna effektanalys har finansierat, som regel endast till del, ett betydande antal doktorander, vilka förvärvat licentiat- och doktorsexamina. Det ska dock noteras att inget av de fem programmen hade som målsättning att examinera forskarutbildade, varför de examina som med programmens hjälp *de facto* förvärvats kan ses som positiva ”bieffekter”.

Detta kapitel fokuserar på dessa examinanders fortsatta karriärer. Vår empiri baseras på den enkät som skickades till samtliga i de fem programmen verksamma projektledarna från UoH och institut. Varje respondent ombads redogöra för samtliga doktorander som medverkat i något av de projekt som de varit projektledare för. Vidare efterfrågades vilket lärosäte examen uppnåtts vid, vilken examinandens nuvarande arbetsgivare är samt huruvida vederbörande nu har forskningsrelaterade arbetsuppgifter.

Det ska noteras att vår empiri naturligtvis inte är heltäckande och att det finns flera möjliga felkällor. Den främsta felkällan är med säkerhet att alla projektledare inte besvarat enkäten; svarsfrekvensen är 73%, se Tabell 3. Projektledarna kan även ha lämnat fel eller inkompleta uppgifter gällande doktoranderna. Således torde de uppgifter som presenteras i detta kapitel utgöra underskattningar av antalet licentiat- och doktorsexamina som kan attribueras till de fem programmen. Å andra sidan har de flesta doktoranderna säkerligen finansieras från flera olika anslag (och ofta olika finansiärer), vilket betyder att det i praktiken är omöjligt att slutgiltigt avgöra hur många examina som *de facto* finansierats av de fem programmen, men det är antagligen mindre väsentligt att gå till botten med. Av de licentiat som uppgivits i enkäterna har merparten fortsatt sin forskarutbildning, vilket rimligen innebär att ytterligare mobilitet kommer att äga rum.

Av de 51 projektledarna som besvarat enkäten uppgav 27 att en eller flera doktorander medverkat i dennes projekt. Av dessa uppnådde 43 licentiatexamen och 50 doktorsexamen, se Tabell 7. Det ska noteras att licentiat som sedan disputerat har eliminerats, vilket innebär att det är fråga om 93 unika individer. Totalt sett har alltså nära 100 namngivna forskarstuderande medverkat i något projekt i de fem programmen, men med tanke på svarsfrekvensen i enkäten vore det inte orimligt att anta att det totala antalet egentligen är en bra bit över 100⁸⁶.

Tabell 7 Sammanställning över examinander. ”Andel” avser andel av ”Totalt”.

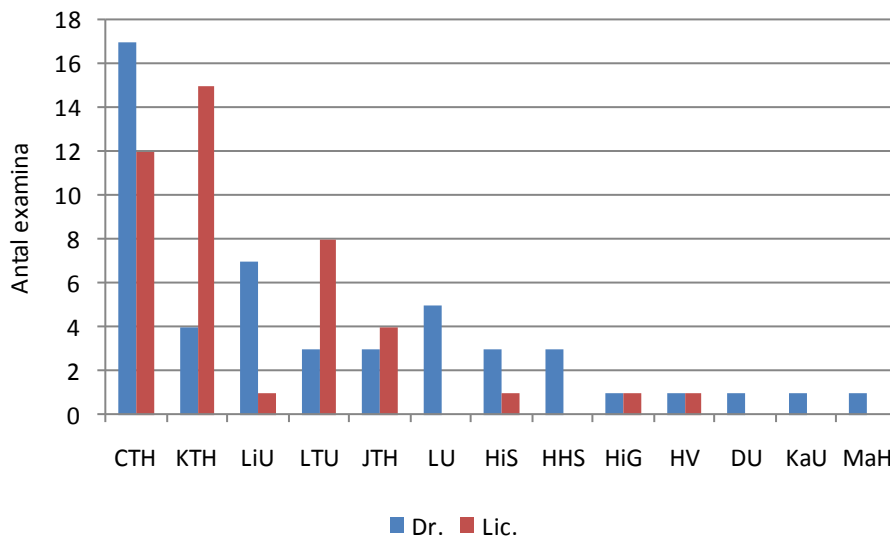
	Licentiat		Doktorer	
	Antal	Andel	Antal	Andel
Totalt	43	–	50	–
Varav verksamma vid UoH	24	54%	21	42%
Varav verksamma vid institut	3	7%	1	2%
Varav verksamma vid företag	12	27%	24	48%

Majoriteten av licentiaterna är fortfarande verksamma vid UoH (54%), medan majoriteten av doktorerna arbetar i industrin (48%). Eftersom flertalet licentiat fortsätter sin utbildning mot doktorsexamen kommer troligen fördelningen mellan

⁸⁶ Rak extrapolering med avseende på svarsfrekvensen i enkäten skulle indikera fler än 130, men det är förstås ett vanskligt resonemang. Å andra sidan har vi från tidigare studier, ex.vis vår utvärdering av NFFP, gjort erfarenheten att handledare vid UoH som kollektivt tenderar att glömma bort en del doktorander, särskilt industridoktorander, som de faktiskt examinerat när de tillfrågas om dem i enkätform.

UoH och företag att ändras när dessa är färdiga med sin utbildning. Endast ett fåtal examinerade arbetar vid ett forskningsinstitut (3 licentiater och 1 doktor), vilket i detta fall är liktydigt med Swerea IVF. Projektledarna uppgav vidare att 83% av de licentiater som nu arbetar i företag arbetar med forskningsrelaterade uppgifter (10 av 12). För doktorerna är motsvarande andel 75% (18 av 24). Dessa resultat kan tolkas på åtminstone två sätt. Det förefaller det rimligt att de nyexaminerade doktorerna söker tjänster av forskningskaraktär, men det kan också betyda att arbetsgivarna värderar deras forskningskompetens och ger dem forskningsrelaterade arbetsuppgifter. I de intervjuer vi genomfört med företagsrepresentanter är det ofta de forskarutbildade vid företaget som är involverade i de offentligt finansierade projekten tillsammans med UoH/institut. De forskarutbildade fungerar som länkar mellan industrin och UoH/institut och är relativt ofta bihandledare för industridoktorander. Eftersom de har ett förflutet inom forskarvärlden har de även byggt upp ett nätverk inom denna och känner till var nödvändig kompetens finns när det är dags att välja projektpartners till en ny ansökan.

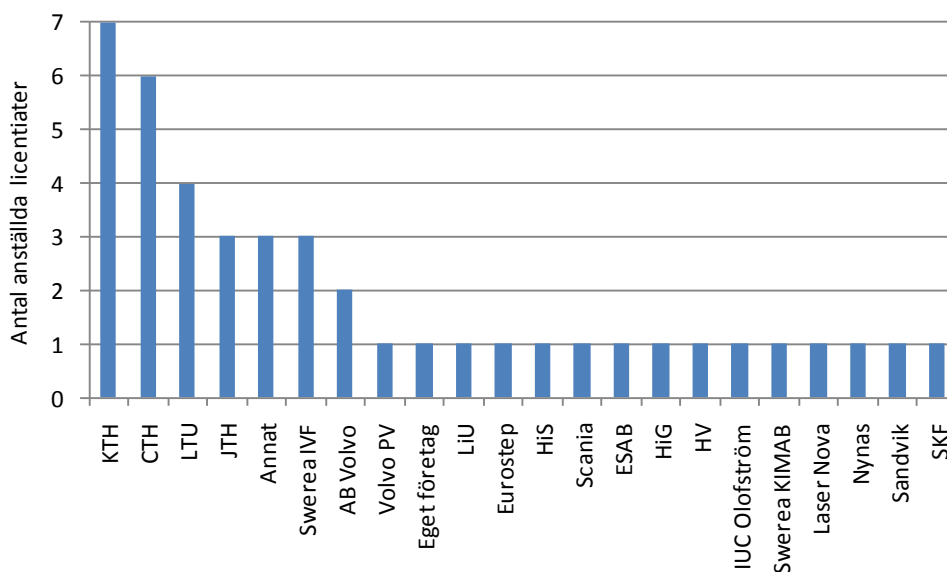
Figur 26 visar varifrån licentiaterna och doktorerna examinerats. De blå staplarna representerar doktorer och de röda licentiater. Av figuren framgår att flest forskarutbildade har examinerats från CTH, KTH, LiU och LTU. I stort sett stämmer ordningen mellan lärosätena mycket väl överens med hur stora anslag de erhållit från de fem programmen (jmf. Figur 19), vilket förvisso borde vara föga förvånande. Det som kanske är förvånande är att ordningen stämmer för alla de sex lärosäten som erhållit störst anslag. Även om de mest välkända tekniska högskolorna dominerar, sägs hela 13 lärosäten ha examinerat doktorer, vilket är lite anmärkningsvärt eftersom alla de högskolor som angetts inte har examinationsrätt. Vi har dock välvilligt gjort tolkningen att examinanderna haft den angivna högskolan som arbetsplats och har därför inte själva försökt rätta uppgifterna. Den relativt stora närvaron av JTH och HiS är vid sidan av de mest välkända lärosätena värd att noteras.



Figur 26 Examina per universitet och högskola. Lärosätena har sorterats efter antal examina med hjälp av den möjligen något vanvördiga, men inte desto mindre relativt vanligen använda, tumregeln att en licentiat motsvarar en halv doktor, vilket åtminstone när det gäller kostnader är en bra approximation.

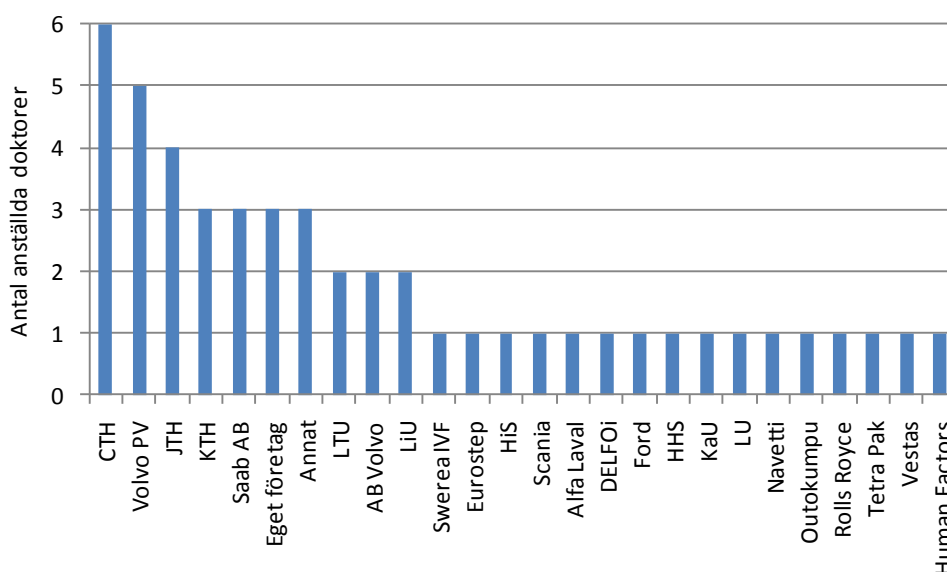
Figur 27 illustrerar att majoriteten av licentiaterna av fullt förklarliga skäl befinner sig fortfarande inom akademien där de fortsätter sin forskarutbildning. Figur 28 visar att doktorernas vanligast förekommande arbetsgivare är CTH, följt av Volvo PV, JTH, KTH och Saab AB. Att så pass många doktorer stannat kvar vid UoH kan möjligen ses som ett tecken på uppbyggnad av nya (eller förstärkning av existerande) FoU-miljöer inom tillverkningsrelevanta områden, vilket i sin tur rimligen möjliggjorts genom att

offentlig finansiering funnits tillgänglig. Det kan också noteras att endast en doktor och tre licentiat har gått till Swerea IVF, vilket med tanke på dess centrala roll i de fem programmen möjligen kan anses anmärkningsvärt⁸⁷. Det är också värt att notera att tre doktorer och en licentiat startat egna företag. Totalt arbetar de forskarutbildade för 35 olika arbetsgivare, varav 19 är företag. Majoriteten av företagen har sin verksamhet i tillverkningsindustrin eller i teknikkonsultbranschen, vilket tyder på att examinanderna i stort sett har blivit tillverkningsindustrin trogen. Storleken på företagen varierar och det finns exempel på mobilitet till både SMF och globala företag. Tre av doktorerna arbetar utomlands för Ford, Rolls Royce och det norska företaget Human Factors Solutions.



Figur 27 Arbetsplatser för licentiaterna hösten 2009. ”Annat” avser ex.vis arbetslös, arbetssökande och föräldraledig.

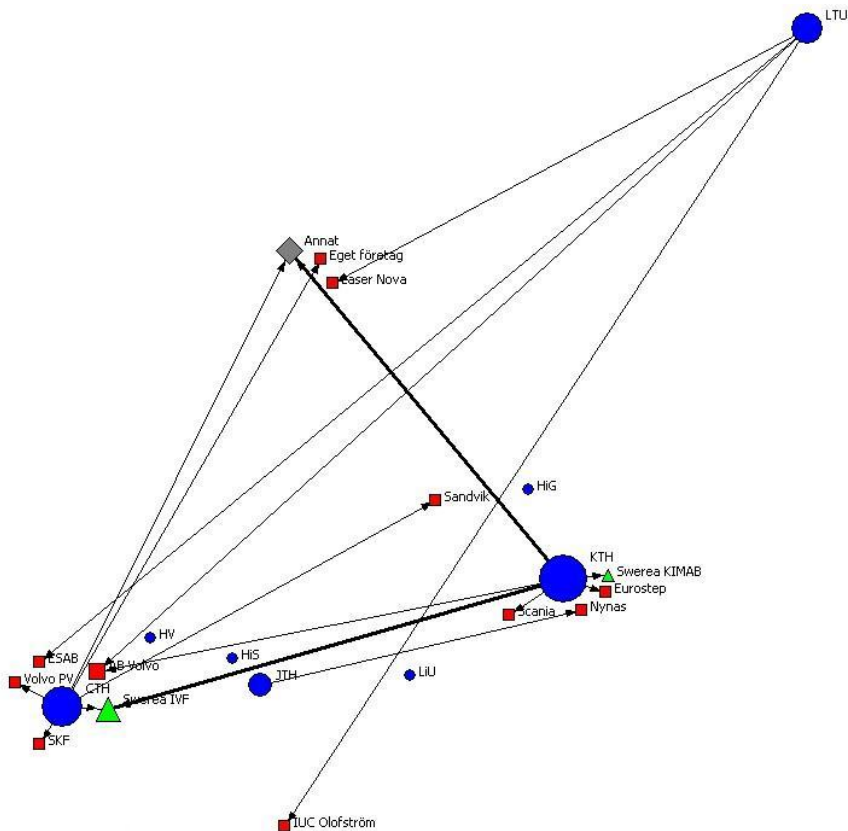
⁸⁷ Enligt uppgift har fler forskarutbildade än så anställts av Swerea IVF, men dessa saknas i så fall i våra enkätresultat – sannolikt av något av de skäl som anges i början av detta kapitel.



Figur 28 Arbetsplatser för doktorerna hösten 2009.

För att illustrera de forna doktorandernas geografiska mobilitet använder vi oss av social nätverksanalys (social network analysis; SNA), vilket är en metod för att analysera relationer och inbördes förhållanden mellan exempelvis människor, organisationer och aktörer. Metoden går ut på att man kvantifierar relationer och flöden mellan aktörer och illustrerar dem med länkar mellan noder.

Figur 29 visar således mobiliteten för licentiaterna. Denna figur är alltså ett annat sätt att illustrera licentiatdata i Figur 26 och data i Figur 27 (dock nu kompletterat med information om vilken examinand som flyttat vart). UoH illustreras som blå cirklar, företag som röda kvadrater, institut som gröna trianglar och annat, ex.vis arbetslös, arbetssökande och föräldraledig, som en grå romb. Storleken på noderna är proportionerlig med antalet licentiater som idag är verksamma inom respektive organisation. Pilarna illustrerar mobilitet och tjockleken på pilarna är proportionerlig mot antalet examinander som gått från en organisation till en annan. Nodernas position är grovt proportionerlig mot organisationens latitud och longitud. Där en organisation har verksamhet på mer än en plats i Sverige anges huvudkontoret. Figur 30 visar på samma sätt doktorernas mobilitet.



Figur 29 Mobilitet licentiater per hösten 2009.

Mobilitetsnätverken indikerar att mobiliteten först och främst skett på regional nivå. Doktorer som utbildats vid CTH arbetar idag inom Göteborgsområdet för företag som Volvo PV, AB Volvo, SKF och DELFOi. I Östergötland arbetar examinanderna från LiU för Saab AB. I södra Sverige arbetar doktorer från LU åt lokala företag som Alfa Laval och Tetra Pak. De stora universiteten fungerar således i betydande utsträckning som kompetensförsörjare åt tongivande tillverkningsföretag i regionen. Även i Stockholmsområdet är mobiliteten främst regional, men examinanderna från KTH arbetar i högre grad åt forskningsinstitut och mindre IT-konsultfirmor.

För de examinanderna som nu arbetar åt företag är det svårt att säga om kontakten mellan den forskarstuderande och företaget uppstod som ett resultat av de fem programmen. Om man studerar programmets projektlistor finner man att majoriteten av företagen har funnits med i något av de finansierade projekten, men eftersom en forskarstuderande ofta finansieras från flera källor är det svårt att säga någonting om hur stor betydelse just VINNOVAs fem program har haft.

6. Ramprogram- och EUREKA-deltagande

6.1 Ramprogrammen

Internationella samarbeten och inte minst medverkan i EUs ramprogram har fått ökad betydelse bland forskningsintensiva organisationer och beslutsfattare. I de två senaste forskningspropositionerna uppmuntras både företag och FoU-utförare att söka finansiering från ramprogrammen. Bakgrunden är bland annat:

- Betydande möjligheter till FoU-finansiering, särskilt för företag (majoriteten av svensk FoU-finansiering är ämnad för FoU-utförare, inte företag)
- Relativt långsiktig FoU-finansiering
- Ökad exponering på en internationell arena, vilket resulterar i såväl internationella samarbeten som internationell ”benchmarking”
- Tidigare tillgång till andra aktörers FoU-resultat och insikt i konkurrenters FoU-intressen

Att tillverkningsindustrin även på den europeiska arenan är av mycket stor betydelse för ekonomisk tillväxt och sysselsättning illustreras av att tillverkningsrelaterade tematiska prioriteringar har funnits sedan tredje ramprogrammet (RP3).

6.1.1 Metod

Eftersom VINNOVAs satsningar bland annat syftar till att stärka den internationella konkurrenskraften hos svensk tillverkningsindustri är det av värde att studera hur dess medverkan i EUs ramprogram har utvecklats. Eftersom denna effektanalys främst fokuserar på effekter på industrin, har vi valt att endast studera ramprogramsdeltagandet för företag som medverkat i något av de fem VINNOVA-programmen. Endast tematiska områden relevanta för tillverkningsindustrin har studerats, se Tabell 8.

Analysen baseras på deltagandedata som tillhandahållits av VINNOVA. Beslutet att använda VINNOVAs databas (som ursprungligen kommer från Europeiska kommissionen) istället för Kommissionens databas Cordis togs i dialog med VINNOVA och huvudsakligen för att eliminera tidskrävande manuella sökningar i Cordis.

Ramprogrammets utveckling beskrivs i avsnitt 3.2.11.

Tabell 8 Tematiska prioriteter som ingår i analysen samt antal projekt med deltagande från svenska företag som också deltagit de fem VINNOVA-programmen. Observera att RP7 fortfarande pågår, vilket betyder att betydligt fler svenska deltaganden kommer att tillkomma.

RP3	RP4	RP5	RP6	RP7
1990–1994	1994–1998	1998–2002	2002–2006	2007–2013
RACE 2 (7 projekt)	Information and Communication Technologies (30 projekt)	IST (51 projekt)	IST (49 projekt)	ICT (26 projekt)
ESPRIT 3 (16 projekt)				
TELEMATICS 1C (10 projekt)				
BRITE/EURAM 2 (26 projekt)	Industrial Technologies (93 projekt)	GROWTH (108 projekt)	NMP (11 projekt)	NMP (1 projekt)
MAT (1 projekt)			AEROSPACE (21 projekt)	TPT (19 projekt)
	TRANSPORT (8 projekt)			
60 projekt	133 projekt	159 projekt	81 projekt	46 projekt

6.1.2 Svenskt deltagande

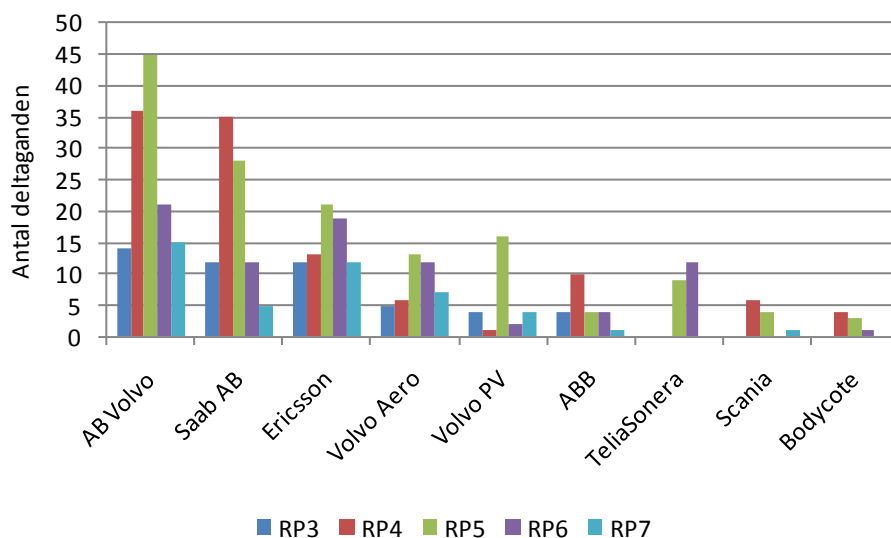
Att svensk tillverkningsindustri varit aktiv är tydligt och svenska deltaganden finns i alla tematiska prioriteter som ansetts relevanta. Totalt återfinns svenska företag i 479 projekt (60 i RP3; 133 i RP4; 159 i RP5; 81 i RP6; 46 i RP7). Fram till och med RP5 ökade antalet deltaganden för att minska i RP6. Detta beror inte på att svenska företag gjorde sämre ifrån sig, utan snarare på att två nya instrument (projekttyper) introducerades i RP6. Dessa nya instrument var mycket större än de tidigare instrumenten (vilka huvudsakligen fortsatte under FP6), vilket innebar färre och större projekt med betydligt fler deltagare. Fanns uppgifter om de anslag som gått till svenska deltagare är det inte omöjligt att anslagen skulle fortsätta öka även i FP6, men sådana uppgifter tillkännages inte på deltagarnivå.

Det totala antalet företag som medverkat i ramprogrammen är 49. Flest företag medverkade i RP4 (31 företag), följt av RP5 (27 företag), RP6 (17 företag), RP7 (13 företag) och slutligen RP3 (13 företag), se bilaga E. Majoriteten av företagen har dock endast medverkat i ett ramprogram.

Figur 31 visar antalet deltaganden för de nio företag⁸⁸ som medverkat i flest projekt i RP3–RP7. Volvo Aero har här medvetet särredovisats, trots att det är ett helägt dotterbolag i AB Volvo-koncernen, eftersom dess flygrelaterade FoU skiljer sig så pass mycket från den fordonsrelaterade som i övrigt genomförs inom AB Volvo. Som synes är det framförallt företag i fordons- och flygbranscherna som varit flitiga. AB Volvo har medverkat i hela 131 projekt följt av Saab AB⁸⁹ med 92 projekt. Därefter kommer Ericsson med 77 deltaganden och sedan ytterligare två företag i fordons- och flygbranscherna: Volvo Aero med 43 deltaganden och Volvo PV med 27 deltaganden.

⁸⁸ På delad tionde plats, med medverkan i 6 projekt, kommer Siemens och Saab Automobile.

⁸⁹ Avser försvarskoncernen, inte Saab Automobile. Främst handlar dessa deltaganden om flygteknisk FoU.



Figur 31 De nio flitigaste deltagarna i RP3-7. Observera att RP7 fortfarande pågår, så betydligt fler svenska deltaganden torde tillkomma.

Svenska företags aktivitet inom ramprogrammen har minskat om antalet koordinatorskap används som indikator. I RP5 var svenska företag koordinator i 13 projekt (AB Volvo i 10 projekt, TeliaSonera, Saab AB och Svensk Verktygsteknik i ett projekt vardera). I RP6 var samma siffra 12 (AB Volvo och Ericsson var koordinator i 4 projekt var och Saab AB och Volvo Aero i två projekt var). I RP7 har ännu så länge sju projekt svenska företag som koordinatorskap (Ericsson i tre projekt, AB Volvo i två; ABB och Volvo Aero i ett projekt var). Information om koordinatorskap saknas för RP3 och RP4.

Om man studerar vilka tematiska prioriteter företagen medverkat i finner man att AB Volvo främst medverkade i materialrelaterade prioriteter i RP3 och RP4, men i RP6 och RP7 har företagets deltagande i IKT-relaterade program ökat. Saab AB har uppvisat ett starkt deltagande i båda dessa områden. Ericsson AB har framförallt medverkat i IKT-relaterade program. Volvo Aero har främst deltagit i transport-, material- och flygrelaterade program.

I den deltagarenkät som besvarades av företagsdeltagare i de fem VINNOVA-programmen frågades i vilken utsträckning VINNOVA-projekten bidragit till ökat deltagande i EUs ramprogram. Majoriteten av respondenterna har inte alls deltagit i ramprogrammen. Av dem som svarat att de deltagit i ramprogrammen anger 68% att VINNOVA-projekten inte bidragit till ökat ramprogramsdeltagande.

I enkäten som skickades ut till projektledarna vid UoH och institut anger 66% att forskargruppens deltagande i internationella samarbeten har ökat sedan tiden före deltagandet i VINNOVA-projekten. Ingen av dessa respondenter har angivit att deltagandet resulterat i minskat samarbete eller att de inte alls deltar i sådana. I efterföljande fråga anger 43% av respondenterna att deltagandet i VINNOVA-projekten haft mycket stor betydelse och 25% att de haft viss betydelse; endast 8% anger att de inte har någon som helst betydelse.

6.1.3 Diskussion

Vi kan konstatera att ramprogrammets betydelse för svenska företag har varit stor om man använder antalet projektdeltagande (totalt 479 projekt) och antal företag (49 företag) som indikatorer. Det finns dock en stor skillnad mellan de olika företagens deltaganden. Ett flertal av de företag som finansierats av VINNOVAs fem program har deltagit aktivt i ramprogrammen. De nio företagen som deltagit mest står för 84% av det totala deltagandet varav AB Volvo står för 25% av deltagandet, Saab AB 18% och

Ericsson AB 15%. Vi kan alltså konstatera att det först och främst är de globala svenska företagen som står för deltagandet i ramprogrammen. Det är även dessa företag som oftast tagit på sig koordinatorsrollen. Dessa företag har som uttalad strategi att delta i ramprogrammen, medan många svenska företag saknar någon strategi och i några fall till och med beslutat att inte alls delta. Totalt sett saknas i svensk industri egentligen en tradition att se ramprogrammen som en självklar möjlighet att utnyttja.⁹⁰

Huruvida ramprogramsdeltagandet uppstått som ett resultat av VINNOVAs program är svårt att säga någonting om, men det finns en korrelation mellan antalet deltaganden i VINNOVA-programmen och ramprogrammen, med undantag för Ericsson som inte deltagit så mycket i VINNOVA-programmen. Vi kan även konstatera att IKT har fått en ökad betydelse för fordonsbranschen, främst AB Volvo och Volvo PV, om man studerar antalet ramprogramsprojekt som ingår i dessa områden. Samma trend uppvisas för Saab AB.

Det är intressant att projektledarrespondenterna och industrirespondenterna i enkäterna har så pass olika syn på huruvida VINNOVA-projekten haft någon inverkan på ramprogramsdeltagandet. 43% av projektledarna anser att VINNOVA-projekten har haft mycket stor betydelse, medan industrirespondenterna anser att de inte alls medverkat till ökat EU-deltagande. En möjlig slutsats är att VINNOVA-programmen först och främst hjälper FoU-utförare att delta i EU-programmen, medan företagens deltagande inte förefaller påverkas av VINNOVA-programmen. Det finns dock andra möjliga förklaringar. De flesta industrirespondenterna deltog i MERA som just avslutats, varför eventuella effekter på ramprogramsdeltagandet kan knappast kan observeras än. Projektledarrespondenterna är mer jämnt fördelade över de fem programmen och det har därmed i genomsnitt förflutit längre tid sedan deras deltaganden, vilket ökar möjligheterna att se denna typ av effekter. Dessutom är svenska FoU-aktörer betydligt flitigare deltagare i ramprogrammen än företagen.

I intervjuerna med både projektledare vid UoH och institut samt företag hävdas att VINNOVA-programmen fungerat som en nationell plattform där samarbeten uppstått och fördjupats och projekt har utvecklats och nått ett stadium redo för internationellt FoU-samarbete. Med hjälp av VINNOVA-finansieringen har kompetensen kunnat utvecklas nationellt och även resulterat i resultat och publikationer som kunnat användas som referens i ansökan till ramprogrammen. VINNOVA-programmen har dessutom haft en nätverkande roll, vari företagen kommit i kontakt med FoU-utförare som man sedan kunnat utveckla varaktiga samarbeten med.

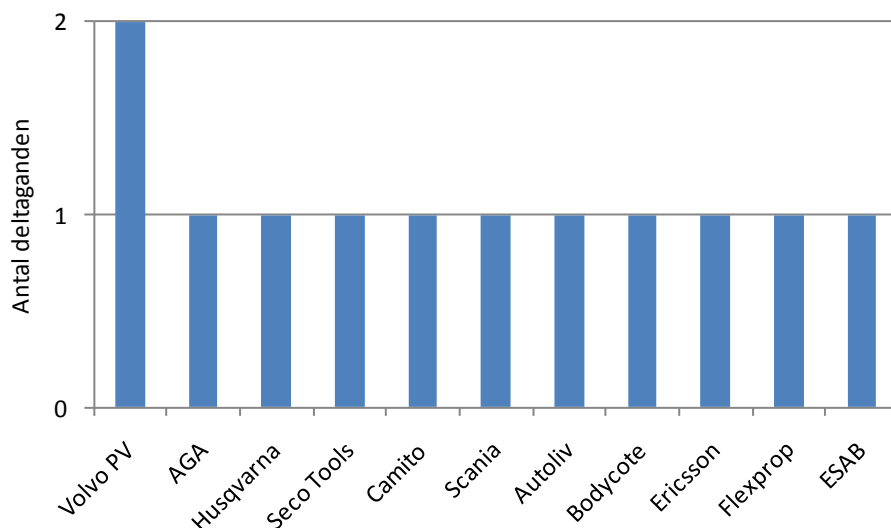
6.2 EUREKA

Nu är inte EUs ramprogram den enda formen för europeiskt FoU-samarbete. EUREKA-programmet, vilket beskrivs i mer detalj i avsnitt 3.2.12, har som målsättning att främja samarbeten mellan företag och forskare inom tillämpad FoU i syfte att stärka den europeiska industrins konkurrenskraft. Till skillnad från ramprogrammen erbjuder EUREKA ingen särskild finansiering utan varje deltagare måste lösa finansieringen nationellt, i Sverige vanligen genom VINNOVA som ansvarar för det svenska EUREKA-kontoret.

Analysen baseras på deltagandedata som tillhandahållits av VINNOVA. Också i detta fall har vi valt att endast studera deltagandet för företag som medverkat i något de fem VINNOVA-programmen och vi har gått tillbaka till 1995. Endast tematiska områden relevanta för tillverkningsindustrin har studerats. Dessa inkluderar område 2. "Industrial manufacturing, material and transport" och område 1. "Electronics, IT and telecoms technology".

⁹⁰ E. Arnold, T. Åström, P. Boekholt, N. Brown, B. Good, R. Holmberg, I. Meijer och G. van der Veen, "Impact of EU Framework programmes in Sweden", VA 2008:11, VINNOVA, 2008.

Totalt identifierades 34 projekt som relevanta för tillverkningsindustrin. I 10 av dessa deltog ett företag som även medverkat i något av de fem VINNOVA-programmen. Figur 32 sammanfattar det svenska deltagandet i tillverkningsindustrirelevanta EUREKA-projekt.



Figur 32 Svenska deltaganden i tillverkningsindustrirelevanta EUREKA-projekt.

Vi kan konstatera att det svenska EUREKA-deltagandet har varit minimalt inom tillverkningsrelaterade områden. I motsats till i ramprogrammen är det främst företagen som deltar; Swerea IVF deltar i tre projekt, KTH och LiU i två var samt HH i ett. EUREKA-programmet är alltså möjligen en utforskad möjlighet till ytterligare internationell exponering för svenska företag.

7. Funktionsförsäljning

Många är de studier och artiklar som beskrivit verkstadsindustrins tjänstefiering. Terminologin som används för att beteckna olika trender vad avser nya affärsmodeller varierar stort och inkluderar bland annat industriservice, integrerade lösningar, funktionsförsäljning, fullservicestrategi, eftermarknadstjänster, produktsupport, produktservice och systemintegrator och det förefaller finnas ett stort mått av överlapp mellan de olika begreppen.⁹¹ Övergår man till engelska blir uttrycken än fler, inklusive integrated solutions, integrated systems and products, product service systems (PSS), total care, total offer, market offer m.fl. Denna delstudie inriktar sig specifikt på det som dess praktiker och en del forskare kallar funktionsförsäljning, inklusive funktionella produkter (medan functional sales eller functional products inte förefaller ha fått någon utbredd spridning inom engelskan). Förenklat uttryckt avser funktionella produkter sådana produkter som utvecklats specifikt för funktionsförsäljning och detta kapitel kommer alltså att omfatta båda begreppen.

Det som avses med funktionsförsäljning är som regel att ett hårdvaruproducerande företag säljer (och garanterar) en funktion i stället för att endast sälja hårdvaran och låta kunden bekymra sig över dess funktionalitet. Ett förslag till definition är⁹²:

1. Förändrat kognitivt fokus: Fokus på kundnytta (inte på den fysiska produkten)
2. Äganderätten till produkten finns kvar hos leverantören
3. Ökat tjänsteinnehåll
4. Livscyklfokus

Ett vardagligt exempel kan fungera som illustration på funktionsförsäljning. Ett idag vanligt sätt att tillförsäkra sig en kopieringsfunktion på sitt kontor är att teckna ett avtal om att ha tillgång till en kopieringsfunktion till en given kostnad per kopia. Denna tjänst, som först lanserades av Xerox, är idag närmast legio oavsett leverantör. En jämförelse med definitionen ovan ger vid handen att:

1. Kunden köper tillgången till en kopieringsfunktion
2. Kunden köper sällan kopian som vid kontraktets slut hämtas av leverantören för att placeras hos annan kund efter service (rekonditionering) eller för att "slaktas" på reservdelar
3. Leverantören servar löpande kopian och utlovar att när kopian havererar så ska den återigen vara brukbar (eller ersatt) inom ett förutbestämt antal timmar
4. Leverantören återanvänder kopian (rekonditionering) eller delar av den i andra kopiatorer. När delar ska bytas efter ett haveri kan det mycket väl vara fråga om rekonditionerade reservdelar. Detta innebär att leverantören har en tydlig drivkraft att leverera driftsäkerhet och lång livslängd, vilket minimerar miljöbelastningen (och samtidigt leverantörens service- och reparationskostnader)

Funktionsförsäljning skiljer sig från leasing eller hyra bland annat genom att kunden i de senare fallen betalar vare sig produkten fungerar eller ej och genom att det alltid är fråga om samma fysiska produkt. Med funktionsförsäljning garanteras kunden en funktion (en *fungerande* produkt) och kan mycket väl utnyttja denna funktion på olika platser i världen (och därmed erhålla den från olika fysiska produkter).

⁹¹ Dessa begrepp beskrivs ex.vis i *De nya affärsinnovationerna*, Nutek, B 2008:1.

⁹² J. Söderström, *Från produkt till tjänst – Utveckling av affärs- och miljöstrategier i produktorienterade företag*, Handelshögskolan i Stockholm, 2003.

7.1 Bakgrund

Förenklat uttryckt kan utvecklingen av funktionsförsäljning sägas ha tre parallella ursprung:

1. Å ena sidan handlar det om leverantörens önskan om att öka värdet i de produkter den säljer genom att sälja tilläggstjänster. I all enkelhet handlar det således om att öka den egna marknaden och om att "låsa in" kunden i ett mer omfattande kund-leverantörsförhållande
2. Å andra sidan handlar det om att kunden eftersträvar leveranssäkerhet och överblickbara kostnader, samt en möjlighet att fokusera på sin kärnverksamhet
3. Å tredje sidan finns miljöargument som talar för ökad resurseffektivitet och minskad miljöbelastning, d.v.s. ett hållbart resursutnyttjande och livscykelstänkande

I praktiken handlar det därmed oftast om ett slags "push" (ursprung 1) och ibland om ett "pull" (ursprung 2). Miljöargumenten (ursprung 3) förefaller däremot i första hand vara ett argument från politiskt håll och kanske från enskilda individer, och sällan (aldrig?) är en primär kommersiell drivkraft för leverantör eller kund, utan snarare är att betrakta som en positiv bieffekt som möjligen med tiden kan utvecklas till en kommersiell drivkraft.

Även om miljöargumenten måhända inte är de som lättast biter på företagen, torde det vara ur detta perspektiv tankarna runt funktionsförsäljning uppstod i början av 1990-talet, då under rubriken "ecosystem services". Detta innebär grovt sett de fördelar (och produkter) som vi naturligt äger tillgång till via ekosystemet, inklusive den påverkan på ekosystemet som avfall, utsläpp etc. ger upphov till. Här föddes sannolikt tanken att tjänster är mer miljövänliga än produkter, d.v.s. själva grunden till livscykelstänkandet. Man insåg då också att industrin måste delta och själva driva utvecklingen genom ny teknik och innovationer.

7.1.1 Områdets utveckling

Flera intervjupersoner är noga med att påpeka att ursprunget till den tidiga utvecklingen av funktionsförsäljning inte har sitt ursprung i forskarvärlden, utan i industriell praxis och då som resultat av framsynt affärsutveckling. Tidigare nämnda Xerox var en av pionjärerna, IBM en annan. (Denna tjänstefiering kallades dock inte för funktionsförsäljning.) Flera svenska företag tillhörde också pionjärerna. Följande exempel nämns av ett antal intervjupersoner (utan någon som helst rang- eller kronologisk ordning):

- BT Industries (numera Toyota Material Handling Europe) som på ett tidigt stadium erbjöd kundanpassade lösningar för kunder som inte ville bry sig om service, reparationer eller uppgraderingar av sina lagertruckar
- Ericsson som i mitten av 1990-talet började tillhandahålla driften av de mobila nätverk man tidigare endast sålt hård- och mjukvaran till, vilket i sinom tid kom att utgöra grunden till Ericsson Global Services
- VAC som 1996 tecknade det första kontraktet där man sålde tjänsten dragkraft per timme, kallat power by hour, i stället för att sälja motorer och sedan sälja reservdelar och underhåll separat

Del av bakgrunden till denna utveckling kan möjligen spåras till att svenska försvaret någon gång i skiftet mellan 1980- och 1990-tal började köpa alltmer service- och underhållstjänster och efterhand avvecklade sina verkstäder, vilka nu inom flygområdet drivs av bland andra Saab AB och VAC. En person med god insikt i flygbranschen menar att en del av denna utveckling möjligen hade sitt ursprung i Gripenutvecklingen som startade 1982, eftersom man då tänkte i termer av livscykelkostnad (LCC).

I projektet Teknisk Framsyn, vars ursprungliga fas pågick 1998–2000, omskrivs ”Cirkulära affärssystem: slutna resursflöden och funktionsförsäljning”⁹³:

Slutna kretslopp har införts av både miljöhänsyn och ekonomiska skäl. Företagen säljer inte längre fysiska produkter utan funktioner med både en tjänstedel och en materiell del. Kunden köper sällan en helt ny produkt. Det är i stället företagen som äger och moderniserar den vid behov. Företagen utvecklar långlivad hårdvara, eftersom den utnyttjas under hela sin tekniska livslängd. En självklar konsekvens är att nytillverkning av hårdvara minskat kraftigt, medan underhåll och omsorg om produkter ökat, liksom återanvändning av material och komponenter

I Teknisk framsyns andra omgång 2003 återupprepades ungefärligen samma vision under titeln ”Funktionsförsäljning skapar nya möjligheter och bidrar till slutna resursflöden”⁹⁴:

År 2018 har människor i större omfattning börjat se produkter som funktionsbärare. Detta innebär förändringar i konsumenternas beteende. Funktionsförsäljning innebär att produkten stannar i säljarens ägo, och att kunden endast köper produktens funktion. För att detta ska bli verklighet krävs att produkterna har god tillgänglighet, att modellen är ekonomiskt fördelaktig över tid och att det känslomässiga ägandet övervinns.

Cirkulära resursflöden är en förutsättning för ett hållbart utvecklande av framtidens produkter. Miljöhänsyn och begränsade resurser är två drivkrafter för detta.

Teknisk framsyn lyfts av flera intervjupersoner fram som ett sorts startskott för offentliga satsningar på funktionsförsäljning. Inom Nutek initierades program som Miljöanpassad produktutveckling (MPU), Ecodesign m.fl. uttryckligen som en reaktion på Teknisk framsyn, och dessa program förekom under olika namn i flera generationer. Naturvårdsverket finansierade också, initierat av EU-direktivet Integrated Product Policy (IPP), ett par mindre studier på Internationella miljöinstitutet⁹⁵ och IVL Svenska Miljöinstitutet⁹⁶ som underlag för ett regeringsuppdrag 2001 om utveckling av den miljöorienterade produktpolitiken⁹⁷. Mot slutet av 1990-talet bedrevs några funktionsförsäljningsrelaterade projekt inom det Nationella flygtekniska forskningsprogrammet (NFFP) och inom LTUs kompetenscentrum Polhem (t.o.m. 2005) samt med början 2003 likaså inom SSFs ProViking. (Projektet inom NFFP, KC Polhem och ProViking hade en uppenbar koppling till Teknisk framsyns tankegångar genom att en industrirepresentant aktiv i Teknisk framsyn också deltog i FoU-programmen.) Finansieringen av funktionsförsäljningsrelaterade projekt, men nu kallat funktionella produkter, har fortsatt inom NFFP (som nu är inne på sin femte etapp) och inom LTUs VINN Excellence Center Faste (fr.o.m. 2005); vi återkommer senare till detta.

Forskningen om funktionsförsäljning/funktionella produkter som finansierats inom de fem program som utgör fokus för denna studie påbörjades 2002 och avslutades 2008, se Figur 33. Som synes bedrevs inga projekt inom området i MERA. I ITV bedrevs endast ett litet under ett år och i KSP ett medelstort, medan det i TIP bedrevs

⁹³ *Det framsynta samhället*, Syntesrapport från Teknisk framsyn, 2000.

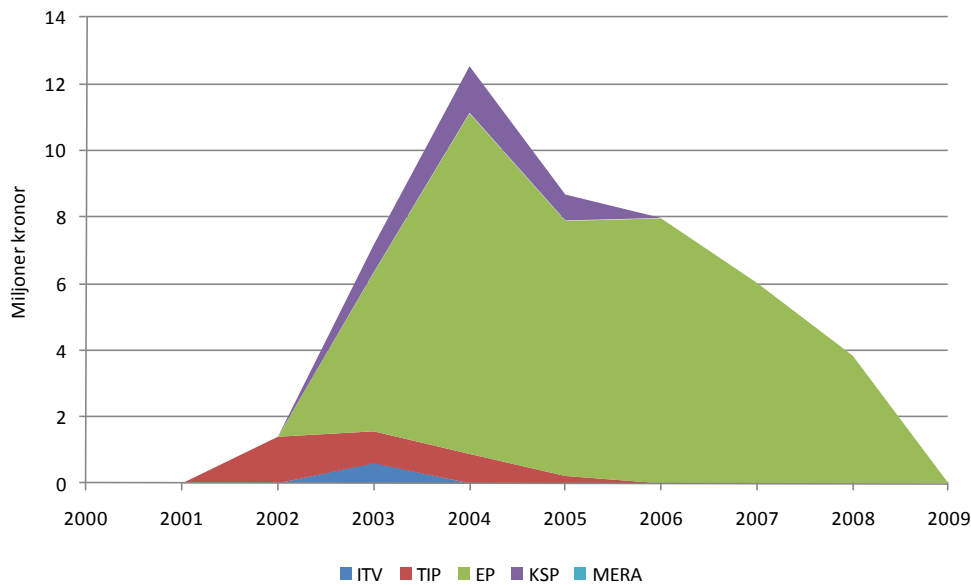
⁹⁴ *Produktionssystemet – Sveriges välfärdsmotor*, Rapport från Teknisk Framsyn Uppdateringsprojektet, 2003.

⁹⁵ *Tjänstesektorn och miljön*, Naturvårdsverket rapport 5227, 2002.

⁹⁶ *Kunskap om produkters miljöpåverkan – tillgång, behov och uppbyggnad av livscykeldata*, Naturvårdsverket rapport 5229, 2002.

⁹⁷ *På väg mot miljöanpassade produkter*, Naturvårdsverket rapport 5225, 2002.

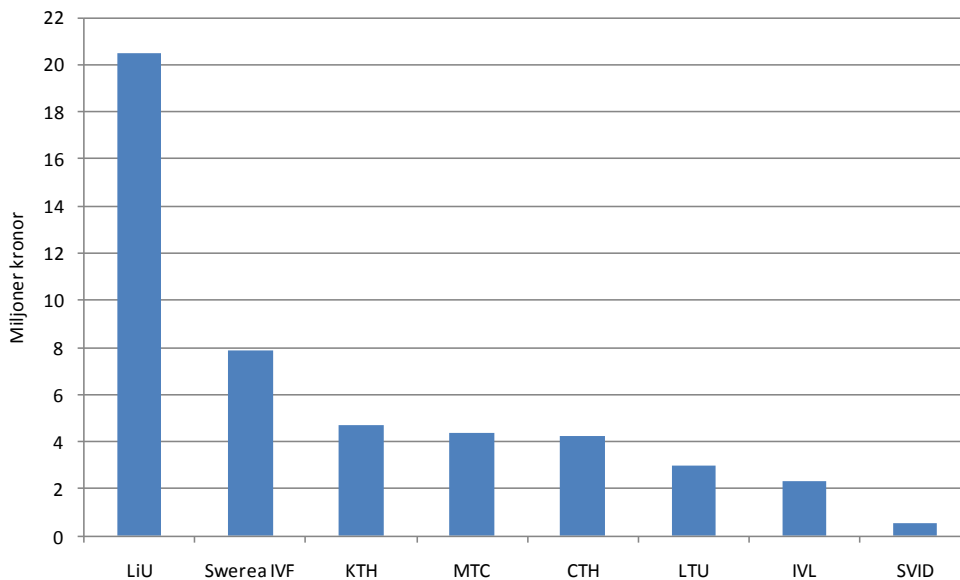
två projekt, varav ett medelstort. Merparten av projekten, nio stycken, bedrevs inom EP, varav två stora och resten medelstora.



Figur 33 Av VINNOVA beviljad finansiering till FoU inom funktionsförsäljning/funktionella produkter inom de fem programmen.

Utsagorna om den svenska akademiska forskningen inom området divergerar, efter en relativt enad ursprunglig historieskrivning. Det förefaller inte råda någon dissonans om att den svenska akademiska forskningen var tidigt ute i ett internationellt perspektiv, men därefter framträder en splittrad bild, vilken möjligen har sin grund i att intervjupersonerna beskriver olika verkligheter (olika delar av den svenska forskningsvärlden inom området). De verkliga pionjärinsatserna från Handelshögskolan i Stockholm på 1970-talet följdes mot slutet av 1990-talet av insatser vid det Internationella miljöinstitutet i Lund, vilka betraktade ämnet ur miljöperspektivet och använde product service systems (PSS) snarare än funktionsförsäljning som terminologi. Mot slutet av 1990-talet började funktionsförsäljning/funktionella produkter växa fram som forskningsområde också vid LTU och vid LiU (vilken grupp som var först med att ta sig an ämnet och när beror på vem man frågar). Dessa två forskargrupper dominerar idag den nationella arenan inom området och menar båda att de uppnått kritisk massa. Det har dock gjorts och görs även värdefulla insatser vid KaU, KTH, LU, Swerea IVF och IVL, om än i mindre skala. Forskargrupperna vid LiU, LTU och KTH arrangerar med stöd av VINNOVA i april 2010 i Linköping gemensamt en internationell konferens om Industrial Product-Service Systems. En person med god insikt i den internationella forskningen inom området ur ett affärsutvecklingsperspektiv menar dock att de tidiga svenska bidragen till det internationella forskarsamhället på 1990-talet inte följts av senare arbeten av samma kaliber. För att ha varit så väldigt tidigt ute med de här tankarna och visat på djup förståelse för utvecklingen, sägs det vara ”uppseendeväckande hur lite genomslag svenska forskare har fått inom ämnet. Svenska forskare ses som ’followers, not leaders’. De svenska forskarna har helt enkelt inte varit tillräckligt ambitiösa och inte tillräckligt internationellt inriktade i sin verksamhet.” De svenska forskarnas självbild förefaller inte alls stämma överens med den externa betraktarens bild, och denna fråga återkommer vi till i avsnitt 7.5. Forskningen inom funktionsförsäljning sägs hittills framförallt ha varit ett Europeiskt ämne, men i USA har med tiden flera amerikanska forskare, ex.vix vid Massachusetts Institute of Technology, Boston University och Berkeley University, fått internationellt genomslag. I Storbritannien är Cambridge University, Cranfield University och Imperial College aktiva inom området.

Ser vi endast till de fem VINNOVA-programmen, så dominerar LiU massivt med 43% av anslagen till projekt inom funktionsförsäljning/funktionella produkter, se Figur 34. I det kommande resonemanget om effekter av de fem programmen stöter vi här på vad som kan tyckas vara ett pedagogiskt problem. Som redan framgått är LTU och LiU de idag två dominerande svenska FoU-utförarna inom området. Detta kom vi fram till såväl genom de 14 sonderande intervjuerna vi gjorde under förstudien till denna effektstudie som genom ingående diskussioner med representanter för VINNOVA (jmf. avsnitt 1.2). Vi hade vid tidpunkten för detta beslut ingen kvantitativ insikt i till vilken grad de fem programmen gynnat just dessa två FoU-miljöer. Med undantag för de senare mottagna uppgifterna som redovisas i Figur 34, pekar den empiri vi därefter samlat på oss entydigt på att valet att fokusera på LTU och LiU är befogat, trots att LTU endast haft ett projekt inom de fem programmen. Vi återkommer i avsnitt 7.5 med ett resonemang runt 5+-ansatsens betydelse i detta avseende. Vi noterar också att ingen intervjuperson i samband med funktionsförsäljningsforskning nämnt någon annan av de andra FoU-miljöerna i Figur 34 än KTH, vilket vi också tar som intäkt för att det är befogat att fokusera denna delstudie om funktionsförsäljning på LTU och LiU.



Figur 34 Av VINNOVA beviljad finansiering till funktionsförsäljningsforskning inom ITV, TIP, EP, KSP och MERA fördelad på mottagande organisation (jmf. Figur 33). Anslagsbeloppen är korrigerade för transfereringar mellan FoU-utförare.

Såväl forskargrupperna vid LTU som vid LiU har etablerat långsiktiga samarbeten med företag som dyker upp som partners i fler än ett projekt. LTU-gruppen har genom åren haft VAC som sin absolut främsta företagskontakt, men även Volvo PV, Volvo LV, Sandvik Coromant, Hägglunds Drives m.fl. har deltagit under lång tid.

Enligt VAC-företrädare har intresset för funktionsförsäljning sin grund i att företaget i mitten av 1990-talet började förändra sin affärsmodell mot en ökad andel underhåll. Tidigare kostade underhållet kanske tre gånger så mycket som flygmotorn i sig, men nu är förhållandet ungefär ett till ett, vilket innebär att funktionsförsäljningen blivit mycket viktigare för VAC. Denna förändring drevs dels fram av en önskan från företagets sida att knyta sina kunder närmare och bättre kontrollera eftermarknaden. Med funktionsförsäljning har VAC hela affären i sin hand. Förändringen drevs dock också fram av kundönskemål om kontroll och förutsägbarhet i sina kostnader. VAC tecknade 1996 det första kontraktet där man sålde tjänsten dragkraft per timme, kallat power by hour, i stället för att sälja motorer och sedan sälja reservdelar och underhåll separat. Detta avtal visade sig snart vara en dålig affär för VAC och man kom att inse hur lite man egentligen visste om att utforma kunderbjudandet så att det blir rimligt

både för leverantör och för kund, framför allt för att man visste så lite om hur kunden använde produkten. Denna dyrköpta lärdom gjorde att företaget såg ett behov av kompetensutveckling som inte kunde tillgodoses internt, dels för att det krävde personer med forskarutbildning som företaget då hade få av inom området och dels för att det förutsatte ytterligare teoriutveckling. Kort sagt insåg VAC att teknik- och affärsutvecklingen – och inte bara inom funktionsförsäljning – framgent skulle förutsätta utveckling av företagets kompetens genom att utveckla kompetensstrukturer som också gick utanför företaget. Det var med dessa insikter i bagaget som VAC kom att vidga och vidareutveckla det då redan pågående samarbetet med LTU som går tillbaka till slutet på 1980-talet då VAC visade intresse för LTUs utbildning i produktutveckling och tillämpad mekanik. Denna samverkan växte vidare genom gemensamma FoU-projekt. Terminologin ”funktionella produkter” sägs ha myntats någon gång runt sekelskiftet inom ramen för samarbetet mellan LTU och VAC. Den FoU som idag bedrivs vid LTU benämner man funktionella produkter (och inte funktionsförsäljning) för att indikera att FoU-verksamheten i första hand handlar om förbättrad produktutveckling med fokus på livscykelåtaganden för att möta behoven som funktionsförsäljning skapar, snarare än om affärsmodellen i sig.

Utvecklingen mot en ökad andel funktionsförsäljningsliknande erbjudanden i olika former (som inte alltid kallas funktionsförsäljning) delar VAC med AB Volvo som helhet; dess omsättning bestod 1970 till nära 100% av hårdvaruförsäljning, medan den idag står för ungefär hälften av omsättningen. En företrädare för AB Volvo menar att företagets kunder förväntar sig att företaget ska ta ett allt större ansvar i form av servicekontrakt. Service till fast pris är för dem väldigt viktigt och för att AB Volvo ska göra vinst måste företaget ha mycket stor insikt i sina produkter. Steget från att sälja exempelvis en lastbil och sedan ett underhållsavtal till att i stället sälja funktionen är då inte så långt. När det rör sig på flygmotorsidan handlar om att sälja dragkraft per timme, kan det på lastvagnssidan exempelvis vara fråga om att sälja tonkilometer.

En forskare vid LiU beskriver hur svenska tillverkningsföretag i början av 2000-talet stod inför enorma utmaningar med fallande försäljningssiffror och stenhård konkurrens. I det läget började ett antal ”intraprenörer” i olika företag att uppmärksamma möjligheten att laborera med tjänsteutbudet som ett svar på fallande produkt efterfrågan. Eftersom företagen befann sig i en kris, så gavs utrymme för denna typ av intern förändringsprocess. En representant för Alfa Laval tog initiativ till en referensgrupp som verkade inom ett projekt i EP. Projektet, som hade en LiU-forskare som processledare, samlade 5–6 företag; förutom Alfa Laval medverkade Alstom Power, BT Industries (numera Toyota Material Handling Europe), Atlas Copco, Munthers och (endast inledningsvis) Ericsson. Dessa personer utgjorde en kärna som ville driva igenom förändringar inom respektive företag och processledaren hade en nätverksroll som skulle fördjupa diskussionerna och förmedla internationella exempel. Doktoranderna i projektet åkte ut till andra företag och gjorde studier som man förmedlade. Företagen brottades med samma typ av problem: hur skulle man bygga en integrerad affärsmodell utifrån funktionsförsäljning? I praktiken innebar det att vissa personer inom företagen skulle förlora inflytande – tjänstedelen hade ju levt på att man tjänade pengarna på att kunderna fick problem och detta skulle nu förändras helt. Hur skulle säljarna förklara detta gentemot kunden? Hur skulle de nya tjänsterna prissättas och kunderna på ett övertygande sätt se nyttan? Funktionsförsäljning bygger på en vinna-vinna-lösning för leverantör och kund, men de flesta är övertygade om att det är ett nollsummespel. Företagen trevade sig fram på området och behövde stöd. Man hade genomgående bra och öppna diskussioner och företagen fick bättre förståelse för varandras världar. Forskargruppen vid LiU fokuserar alltså på affärsmodellen i sig, i kontrast till LTU-forskarnas fokus på produktutveckling, därav den olika terminologin (funktionsförsäljning respektive funktionella produkter).

BT Industries kände sig som ett ”studieobjekt” för forskarna vid LiU, eftersom företaget redan argumenterade för att kunderna inte skulle köpa dess lagertruckar utan köpa funktionen, vilket skulle bli billigare för båda parter. Funktionsåtagandet

innebar i detta fall att BT behöll kontrollen på eftermarknaden, där rekonditionerare tidigare ”skar guld med täljkniv” och i vissa fall gav BT dåligt rykte (när de gjorde ett dåligt jobb). BT säljer fortfarande ren hårdvara, men de mer omfattande kunderbjudandena får allt större betydelse. Medan studierna av BT sägs ha utgjort del av grunden för LiU-gruppens teoriutveckling, tros företag som Alfa Laval ha dragit mer direkt nytta av forskarnas arbete och av referensgruppens arbete inom affärsutveckling.

LiU-forskaren beskriver EP-projektet som en ovanligt tillämpad FoU-sinsats som i princip kom till genom en direktförfrågan från Alfa Laval. Men i efterhand tycker han att funktionsförsäljningens genombrott inte blivit av på riktigt, förutom möjligen för Ericsson som på allvar har genomfört ”tjänsteskitet” som del i en konkurrenskraftstrategi genom att ta över nätdriften från operatörerna. Detta sägs till del bero på att konjunkturen vände uppåt och marknaden för nya produkter kraftigt ökade igen, vilket i sin tur minskade förändringstrycket för funktionsförsäljningserbjudanden. Det finns i och för sig andra modeller för funktionsförsäljning men forskaren tycker att inget företag på allvar har kommit tillrätta med hur de ska ta betalt för försäljning av en funktion. Samtidigt menar han att det nu i nästa industrikras är viktigare än någonsin att utvecklingen tar ett nytt tag.

En annan forskare berättar att när företag vill utforska nya affärsmodeller och exempelvis sälja funktionen i stället för produkten i sig, upptäcker de att de vet för litet om sin produkt. Hur utvecklar man en produkt så att den fungerar som man tänkt sig och behöver så lite och så förutsägbart underhåll som möjligt? Om kunden, som vill ha tillgänglighet, betalar för nyttan, vill tillverkaren att produkten inte ska gå sönder (tvärt emot vad man som kund kan misstänka annars är resonemanget). Funktionsförsäljningskoncept påverkar således hela produktutvecklingen och leder till snabbare konceptutveckling pådriven av ett behov av att optimera hela livscykeln och minimera kostnader och resursanvändning samtidigt som kundvärdet ska maximeras. Detta förutsätter en nära dialog mellan leverantör och kund, men kan då ge mer effektiva produkter med mindre miljöpåverkan. Detta leder i sin tur i bästa fall till en hållbar utveckling och resurseffektivitet, varför företag gärna hänvisar till livscykelkostnadsargument i sin argumentation för funktionsförsäljning. Många företag ser dock, som tidigare nämnts, miljöeffekterna som en sorts bonus och inte som den primära drivkraften.

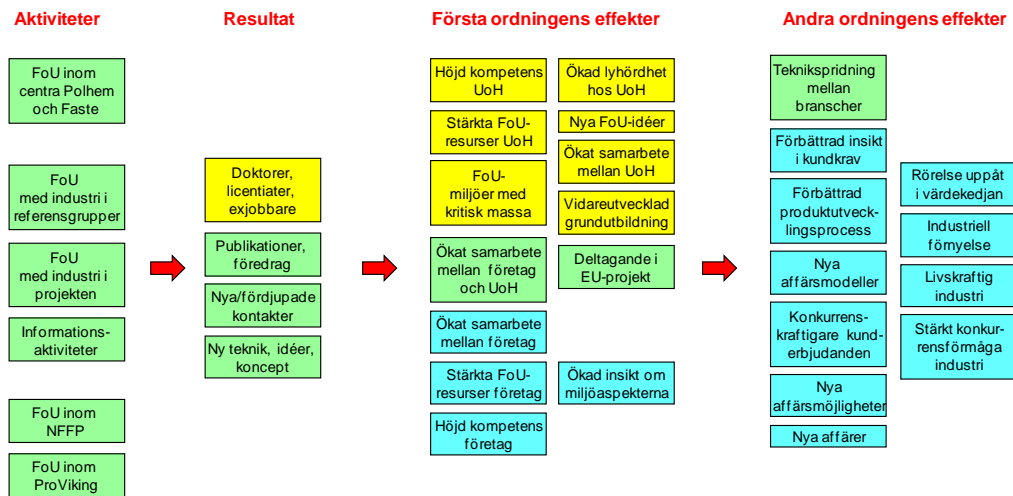
En annan drivkraft från leverantörshåll är att ny teknik, ex.vis miljöteknik, kan vara svår att sälja in för att kunden inte vill ta risken med en ny teknik. Om då leverantören, som har den bästa insikten i den nya tekniken, verkligen tror på den, förs denne måhända lyfta av risken från kunden genom att sälja funktionen – givetvis till en merkostnad för kunden.

Under de senaste 2–3 åren sägs intresset för funktionsförsäljning ånyo ha ökat markant även om alla företag inte använder sig av den terminologin. Alla vill vara resurseffektiva under en långkonjunktur och få företag nyinvesterar i hårdvara, så rekonditionering blir alltmer intressant. En intervjuperson menar att det är mycket hemlighetsmakeri i industrin och många företag av affärsmässiga skäl inte vill berätta om sin kärnverksamhet och att de kanske håller på att tänka om för att erbjuda funktionsförsäljning.

7.2 Effektlogik

Figur 35 beskriver hur vi, baserat på vår insamlade empiri, tror att effektlogiken inom området utvecklats och hur de offentliga insatserna lett till effekter i industrin. I resterande delar av detta kapitel redovisar vi bakgrunden till denna effektlogik. Aktiviteterna har genomförts inom de fem programmen (cf. Figur 33 och Figur 34) och framför allt för LTU också inom ramen för andra VINNOVA- och SSF-program, vilka så småningom resulterat i direkta resultat. Med tiden har dessa resultat utvecklats till första ordningens effekter på såväl FoU-utförarna som på de deltagande företagen. På än längre sikt har dessa effekter lett till andra ordningens effekter på industrin. Det ska noteras att denna effektlogik inte är baserad på dokument från

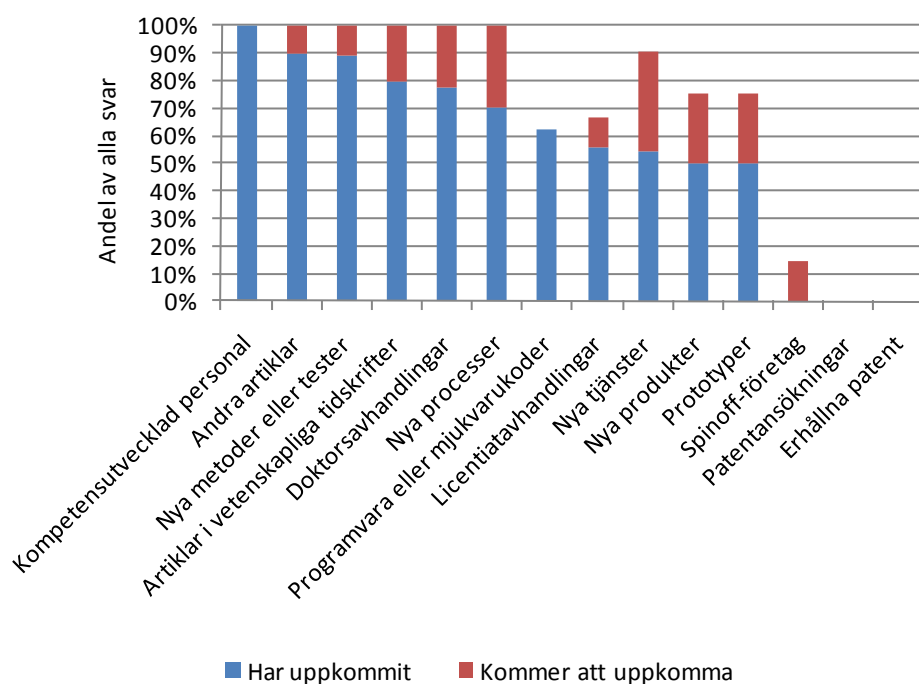
Nutek eller VINNOVA utan den bygger helt vår tolkning och förståelse av vad vi i denna delstudie har kunnat observera.



Figur 35 Effektlogik för funktionsförsäljning/funktionella produkter. Gula rutor indikerar resultat och effekter i FoU-utförarnas värld, blå rutor effekter på företagen och gröna rutor gemensamma aktiviteter, resultat och effekter.

7.2.1 Resultat

Av enkätsvaren från projektledarna vid UoH och institut framgår att samtliga respondenter anser att personalen kompetensutvecklats genom projektdeltagandet, se Figur 36. Olika slags publikationer och avhandlingar, liksom nya metoder, tester och processer har antingen redan uppnåtts eller förväntas uppnås. Nya tjänster, som funktionsförsäljning ju strängt taget handlar om, har ännu inte uppnåtts i så hög grad, men sammanlagt med förväntningarna förefaller utsikterna lovande. Avsaknaden av patent framstår med tanke på områdets karaktär som föga förvånande. Industrirespondenterna framhåller nya och fördjupade kontakter med andra företag som det främsta värdet för dem personligen.



Figur 36 Vad projekten inom funktionsförsäljning lett till enligt projektledarna vid UoH/institut.

Tabell 9 visar antalet forskarutbildade som delfinansierats i projekt inom de fem programmen av relevans för funktionsförsäljningsområdet. Samtliga examinatorer har fortsatt forskningsrelevanta arbetsuppgifter.

Tabell 9 Sammanställning över examinatorer inom funktionsförsäljning. "Andel" avser andel av "Totalt".

	Licentiatier		Doktorer	
	Antal	Andel	Antal	Andel
Totalt	6	–	11	–
Varav verksamma vid UoH	3	50%	6	55%
Varav verksamma vid institut	1	17%	0	0%
Varav verksamma vid företag	2	33%	5	45%

7.3 Effekter för industrin

I detta avsnitt beskriver vi de effekter av offentligt finansierad FoU som uppstått inom industrin. I det fåtal fall där så är möjligt, särskilja vi de effekter som härrör från de fem programmen – och de som inte gör det.

7.3.1 Första ordningens effekter

Flera intervjupersoner påpekar att det finns flera grundförutsättningar för att en leverantör ska kunna formulera balanserade funktionsförsäljningserbjudanden:

1. En ingående kunskap om produkten, vilken de flesta leverantörer naturligen besitter
2. En ingående kunskap om hur kunden använder produkten, vilket dels kan skapas genom en nära relation till kunden och dels genom sensorer i produkten
3. En kunskap om för produkten aktuella nedbrytningsprocesser, underhållsstrategier m.m.

I dessa punkter inryms kvalificerade och höga krav som i många fall tarvar forskarkompetens. Som tidigare nämnts var det en sådan insikt som fick VAC att på sent 1990-tal inse att man dels behövde höja utbildningsnivån i sin egen FoU-organisation och att man behövde samarbeta med externa FoU-leverantörer. Eftersom det då knappast fanns något överskott av forskarutbildade att anställa, förutsatte båda delarna av denna insikt i praktiken samverkan med UoH inom offentligt finansierade FoU-program. Kompetenscentrum Polhem, som var aktivt 1995–2006, kom mot andra halvan av sin existens att innehålla ett ökande inslag av forskning om funktionsförsäljning och funktionella produkter, vilket resulterade i flera doktorsexamina. Efterhand blev doktorandprojekten inom funktionsförsäljning allt fler med finansiering från NFFP (många projekt), SSFs ProViking, KK-stiftelsen, VINN Excellence Center Faste och VAC självt. Bland de första ordningens effekter som kan sägas härröra från dessa offentliga FoU-insatser återfinns således dels enligt VAC än så länge 26 doktorer och åtta licentiater (det finns ytterligare tio doktorander) inom området och dels en väsentligt förhöjd kunskap om funktionsförsäljning och funktionella produkter inom de företag som deltagit i projekten och då inte minst de som deltagit i Polhem och Faste. Ett antal av de examinerade licentiaterna och doktorerna arbetar nu för VAC och många av de andra inom andra svenska företag. Flera intervjupersoner påminner också om den betydelse som SSFs forskarskolor haft för att höja utbildningsnivån och absorptionskapaciteten i industrin. Inom ENDREA (produktutveckling) var 75 forskarstuderande och inom PROPER (produktionsteknik) 48 forskarstuderande aktiva; knappt 80% av dessa är doktorer. Av dessa forna forskarstuderande återfanns uppskattningsvis 45% i det privata näringslivet och 31% vid UoH.⁹⁸ En representant för VAC är tydlig med att Nuteks och VINNOVAs satsningar på LTU varit helt kritiska för den gynnsamma utveckling som ägt rum. Förvisso hade VAC behoven, men dess underhållsverksamhet dominerades på den tiden av gymnasielärover och funktionella produkter kräver en högre och mer tvärfunktionell kompetensnivå. Det var över huvud taget inte heller realistiskt att företaget självt skulle ha förmått finansiera allt detta självt, inte minst med tanke på att utvecklingen av funktionsförsäljning inom VAC var så pass osäker till en början. Samtidigt ska det noteras att endast ett enda projekt inom funktionsförsäljning som bedrivits vid LTU finansierats genom de fem aktuella programmen (inom TIP, jmf. Figur 33).

Som tidigare nämnts har samarbetet mellan VAC och LTU en i sammanhanget lång historia. Kontakterna startade på grundutbildningsnivå då LTU redan 1978 höll en kurs i produktutveckling och tillämpad mekanik som kom att intressera VAC. Samarbetet med avdelningen för Maskinkonstruktion vid LTU inleddes i mitten på 1980-talet och finansierades då delvis av STU och Nutek. Samarbetet fördjupades ytterligare genom VACs deltagande i Polhemslaboratoriet och genom att företagets dåvarande forskningschef 1991 blev adjungerad professor i datorstödd maskinkonstruktion vid LTU. Forskningen rörde då främst produktutveckling och först senare försköts fokus till forskning inom tjänsteutveckling och dess påverkan på den totala produktutvecklingsprocessen (hårdvara + tjänster). Så småningom introducerade LTU det nya forskningsområdet Funktionella produkter i vilket VACs dåvarande forskningschef var gästprofessor 2005–2007. Nu är en av de forna doktoranderna från denna FoU-miljö ordinarie professor i samma ämne och en annan av doktoranderna, som numera arbetar på VAC, är adjungerad professor i ämnet. Dessutom är VACs nuvarande forskningschef ytterligare en av doktoranderna från denna miljö.

Det var inom ett ProViking-projekt på LTU som Sandvik Coromant fick inspiration till nya tankar kring funktionsförsäljningsbegreppet som sådant, vilket bidrog till tillkomsten av ett internt tvärfunktionellt projekt som innefattade både tekniska

⁹⁸ J. Fahleson, "Hur gick det sedan? En uppföljning av forskarstuderande inom 55 SSF-finansierade forskningsprogram, startade åren 1996–2000", SSF-rapport nr. 4.

avdelningar och ”affärssidan”. Utan detta deltagande är det inte säkert att den grupp som resulterade från projektet hade existerat och då hade man kanske fortsatt i de traditionella produktbanorna. Sandvik Coromant menar att projekten man deltagit i vid LTU givit företaget byggstenar som man nu använder för att forma funktionella produkter. Än kan man dock inte peka i sin produktkatalog och säga att ”det är en implementering” – vidare internt arbete för att vidareutveckla kunskapen är nödvändig. Inom ProViking-projektet THINK som bedrivs vid LTU arbetar VAC tillsammans med Sandvik Coromant kring idén att köpa/sälja hål i stället för att köpa skärstål, vilket är ett gammalt koncept.⁹⁹ Denna idé är dock fortfarande på FoU-stadiet, men är ett exempel på ett möjligt framtida tillämpningsområde för funktionsförsäljning.

Även en representant för Hägglunds Drives vittnar om att man genom deltagandet i verksamheten vid LTU kommit att inse värdet och nödvändigheten av att höja den interna kompetensen och har nu, från att på 1990-talet ha varit ett relativt litet företag som bara hade UoH-kontakter genom examensarbetare, två egna industridoktorander och en tredje som disputerade för tre år sedan. Hägglunds Drives har nu också kontakt med UU, KTH och LTU inom tribologiforskning. Historiskt har Hägglunds Drives fokuserat mycket på att bygga upp praktiska erfarenheter, samtidigt som en del forskare tycks tro att simulering i sig är tillräckligt, men här möts industri och akademi på ett fruktbart sätt i experimentell verifiering av UoHs uppbyggda modeller till fromma för båda parter. Hägglunds Drives pekar också på möjligheten att få samarbeta med företag som VAC och Sandvik och i detta avseende har LTU fungerat som en bra katalysator; utan LTU hade den här typen av samarbete inte varit möjlig. Sådana samarbeten är viktiga för att få inblick i hur andra (och ofta större) företag tänker om framtiden och vilka problemområden de ser, och det ger Hägglunds Drives möjlighet att få bekräftelse på om man är på rätt spår. Det är också betydligt lättare att få genomslag för ”industriperspektivet” i den akademiska forskningen om större företag deltar i arbetet.

Mest engagerade i funktionsförsäljningsforskningen vid LTU förefaller VAC, Sandvik Coromant, Hägglunds Drives och Volvo PV ha varit, men även Banverket, Ericsson, SKF och Vattenfall har deltagit.

Sedermera har de många svenska doktorerna och doktoranderna varit till VACs (och LTUs) fördel eftersom de gjort dem till mer attraktiva som samarbetspartners på den europeiska forskningsarenan, där man också varit mycket framgångsrika. Ex.vis deltog VAC i sju flygrelaterade FoU-projekt inom fjärde ramprogrammet (RP4, 1995–1998), tolv projekt i RP5 (1999–2002) och elva projekt i RP6 (2002–2006).¹⁰⁰ VACs dåvarande forskningschef bidrog dessutom till den europeiska flygstrategin Vision 2020 och Europeiska kommissionens arbetsprogram (i praktiken utlysningstexter) inom flygområdet i både RP5 och RP6. Vid dessa tillfällen passade han på att argumentera för funktionsförsäljning och funktionella produkter, vilket bland annat utmynnade i EU-projektet VIVACE, som pågick 2004–2007 och i vilket VAC och LTU deltog från svensk sida. VIVACE handlade om effektivisering av produktutveckling i ett globalt projekt inklusive framtagning av nya affärs- och tjänstemodeller. Detta projekt är exempel på företagets medvetna strategi att skala upp tillräckligt utvecklade nationella projekt (främst inom NFFP) till EU-projekt.¹⁰¹

Ett problem för traditionellt hårdvaruproducerande företag är att funktionsförsäljning är en så pass främmande fågel; man är helt enkelt inte van att sälja den här typen av affärer som kräver såväl tekniskt kunnande som affärsutveckling. Dessutom innebär

⁹⁹ J. Söderström, op. cit., citerar ”Kunder köper hål och inte borrar” från P. Kotler, ”Principles of Marketing”, Prentice Hall, 1991.

¹⁰⁰ T. Åström, T. Jansson, P. Mattsson, H. Segerpalm och S. Faugert, ”Utvärdering av det nationella flygtekniska forskningsprogrammet – NFFP”, VINNOVA VR 2008:05, 2008.

¹⁰¹ Ibid.

funktionsförsäljning ett kannibalisering på den egna reservdels- och serviceverksamheten, vilket kan leda till företagsinterna motsättningar. En forskare menar att "funktionsförsäljning handlar om affärsverksamhet. Traditionellt har affärsutveckling varit separerat från produktutveckling och det är det stora med funktionsförsäljning." Dessutom har sådana företag oftast kontakter med de investeringsansvariga hos kunderna, vilket är ytterligare en komplikation. Flera intervjupersoner vittnar om att LiUs projekt, särskilt det tidigare nämnda inom EP, varit mycket viktigt för att deltagande företag kunnat utveckla konkurrenskraftiga och balanserade kunderbjudanden.

En representant för Alfa Laval berättar att man hade en medvetenhet om affärsmöjligheterna som funktionsförsäljning kunde erbjuda, men inte förstod hur man skulle kunna implementera dem. Deltagandet i ett EP-projekt innebar att en referensgrupp träffades några gånger per år och diskuterade kring ett tema som ofta var kopplat till värdföretagets eget problem. Ibland presenterade man från akademiens sida något forskningsrön. Genom gruppen fick Alfa Laval hjälp att sätta fingret på affärsmöjligheten och att arbeta med den "rena, konkreta affärsutvecklingen" som ledde fram en affärsmodell. Traditionellt sett hade Alfa Laval skänkt bort mjukvaran i samband med nyförsäljning, men nu insåg man att den skulle säljas. Alfa Laval-representanten menar att man, med tanke på var man stod kunskapsmässigt när projektet började, genom arbetet med affärsplanen kom mycket långt – det var en "underbar upplevelse".

BT Industries ser sig som en föregångare inom funktionsförsäljning eftersom man mer eller mindre var först ut på marknaden i Sverige med denna affärsmodell. Därför har företaget i de FoU-samarbeten som man deltagit i sett sig självt som ett gott exempel att få inspiration från, snarare än att självt ha tagit emot influenser. BT Industries understryker att UoH definitivt inte har drivit utvecklingen av funktionsförsäljning, utan att de snarare har observerat och möjligen spritt evangeliet vidare.

En universitetsforskare menar att han märker en ökad medvetenhet om forskningens betydelse bland företagen. Nu vill de faktiskt ta till sig forskning på allvar och många har insett att det är värdefullt att samarbeta med en extern part i forskningssammanhang. Företagens UoH-samarbeten har också blivit tydligare och mer stringenta, liksom mer strategiska genom att de numera inte sprider sina samarbeten på så många olika FoU-utförare. Företagen har helt enkelt blivit mer professionella, vilket inte minst visar sig genom ökade framgångar i EUs ramprogram. Forskaren menar vidare att, sett över ett decennium, riktiga stora förändringar har ägt rum i och med att företagen gått från att vara slutna och lite misstänksamma mot varandra till att nu öppet anamma nationellt samarbete, vilket gör dem mycket starkare utåt, bl.a. inom EUs ramprogram. Företagen är på det stora hela mer närvarande på forskningsarenan. Det går också numera att göra en god forskarkarriär också inom industrin.

En annan universitetsforskare argumenterar att företagen genom UoH-samarbetena möjligen har blivit mer medvetna om miljöaspekten av funktionsförsäljning. Hon understryker också att om företagen inte redan tänker i dessa banor, så kan inte forskare påverka dem. Funktionsförsäljning som koncept, vare sig det är fråga om miljödrivkrafter eller ej, måste vara förankrat i företagets högsta ledning för att en förändring ska kunna komma till stånd.

Ser vi till enkätresultaten och frågan om vad deltagandet lett till för företaget, så är de tre mest frekventa svaren kompetensutvecklad personal (80%), utveckling av företagets tjänsteutbud (50%) och användning av för företaget nya processer, metoder eller tester (40%). Vid en jämförelse med Figur 23 som visar samtliga industrirespondenters svar, ser vi att kompetensutvecklad personal har samma "placering" och liknande grad av uppfyllelse, men att andraplatsen för industrirespondenterna inom funktionsförsäljning upptas av utveckling av företagets tjänsteutbud, vilket därmed är ett dubbelt så vanligt svar; detta förefaller naturligt med tanke på funktionsförsäljningsforskningens tydliga tjänstekaraktär. Ser vi till

industrirespondenternas upplevda grad av målpuffyllelse i relation till förväntningarna, finner vi att 67% anser sig helt eller i stor utsträckning tillfredsställda, vilket överensstämmer väl med hela populationens bedömning (70%, jmf. Figur 22).

7.3.2 Andra ordningens effekter

Som tidigare nämnts är VAC kanske det företag som gynnats mest av offentliga FoU-program i sin utveckling mot ökad andel funktionsförsäljning, till stor del eftersom företaget haft en sådan tongivande ställning i både centrumbildningarna Polhem och Faste vid LTU. Företagets representanter berättar om flera exempel på andra ordningens effekter. Det nu närmast klassiska exemplet på funktionsförsäljning, tjänsten power by hour (eller kWh för stationära turbiner), är fortfarande aktuell och en kommersiell verklighet för VAC. VAC ägnar sig också åt funktionsförsäljning i rena underhållsavtal för gamla produkter med lång livslängd som sålts endast som hårdvara. Till skillnad mot de första stapplande stegen på funktionsförsäljningsstigen, besitter VAC nu förmågan att formulera ömsesidigt attraktiva kunderbjudanden. I detta sammanhang hjälper forskningen vid UoH och den tydligt höjda egna forskarkompetensen¹⁰² företaget att på ett fundamentalt plan förstå kraven och ekonomin, vilket är en förutsättning för kloka överväganden i utformandet av kunderbjudanden. Denna utveckling till trots är dock hårdvaran fortfarande grundpelaren som företaget utgår ifrån och bygger på med olika tjänster.

Ett par företrädare för VAC berättar att principerna för funktionella produkter delvis är implementerade i produktutvecklingsprocessen, vilket snabbar upp processen och gör att den resulterar i mer ändamålsenliga resultat och produkter med utökad funktionalitet, d.v.s. funktionella produkter. Som exempel vill VACs kunds kund kunna spela spel ombord, vilket kräver mer ström från motorerna. Här kan VAC som underleverantör till motorleverantören erbjuda högre prestanda från motorn och lägre vikt utan att försämra motorns prestanda i dess primära funktion (att driva planet) genom utveckling av mer effektiva värmeväxlare och "aggressiva" dukter (som ger effektivare luftflöde genom motorn).

En representant för Hägglunds Drives berättar att företaget har gått från att vara komponentleverantör till att leverera system. Man pratar nu till och med om att leverera funktion, vilket fungerar som en förlängd garanti och inkluderar fler åtaganden från företagets sida. Företaget ser att det i större utsträckning kan ta betalt för kunskap. Denna utveckling har sin grund i rejäla satsningar i FoU som företaget gjorde i början av 1990-talet som nu börjar bära frukt. Hägglunds Drives menar att företaget har blivit duktigare på själva konceptstadiet i produktutvecklingsprocessen. Nu baserar företaget sin produktutveckling på teoribildning där man tidigare helt förlitade sig på provning som nu mest genomförs för verifiering av de utvecklade modellerna. Denna simuleringskompetens har företaget till stor del byggt upp i samverkan med UoH inom ramen för program finansierade av VINNOVA. Som exempel har tribologiforskningen vid KTH lett fram till livslängdsökningar för företagets motorer om upp till 20–30 gånger, vilket nu är implementerat. Företaget kan nu också få betydligt bättre insikt i hur kunderna använder dess produkter genom att man i allt högre grad har möjlighet att mäta hur de används (exempelvis energiförbrukningen). Detta ger fantastiska möjligheter att identifiera kundkrav och baserat på dem förbättra produkternas prestanda, liksom att optimera kundens drift. Detta blir så en väg att sälja en funktion med tjänster runt själva produkten. I detta arbete har samverkan med LTU fått Hägglunds Drives att "tänka i nya banor. Även om det inte konkret har gett några affärer än, så kan man säga att det har förberett oss för att göra nya affärer." Till skillnad från VAC menar dock Hägglunds Drives att det inte går snabbare att utveckla en produkt idag än förut; det tar fortfarande runt tre år från koncept till färdig produkt. Den stora skillnaden är att det blir "mer rätt", vilket är

¹⁰² VAC har enligt egen uppgift ökat antalet anställda doktorer från två på 1970-talet till ett femtiotal idag.

oerhört viktigt eftersom kundkravet är tillförlitlighet och misstag inte accepteras. I detta avseende har kundkraven blivit hårdare.

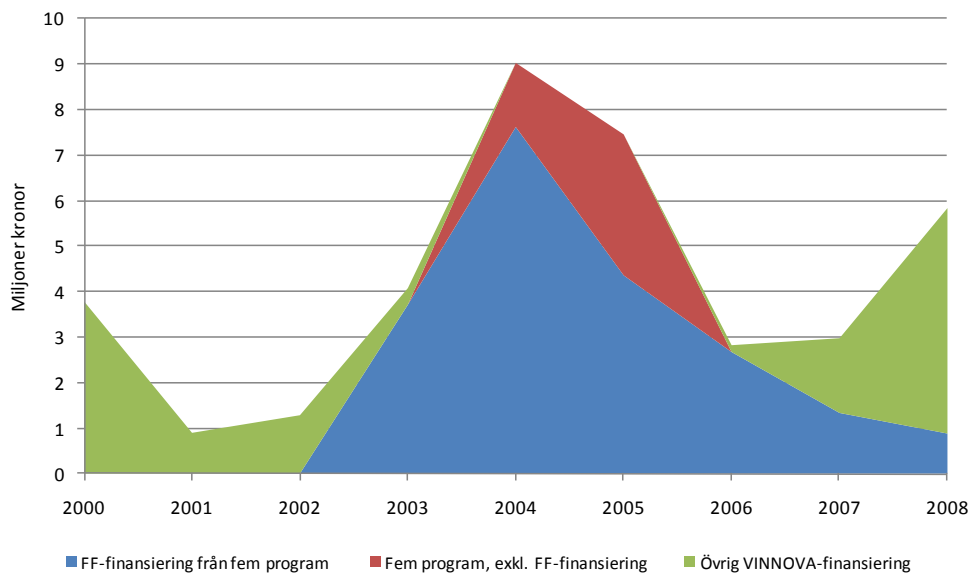
Alfa Laval införde ett system med olika nivåer av serviceerbjudanden för dekanter, vilket innebar en produktifiering av servicetjänster. Högsta nivån innebar ren funktionsförsäljning, där företaget tog fullt ansvar för att produkten skulle fungera minst 93% av tiden. Med något fåtal undantag blev dock dessa tjänster en besvikelse och flera av dem lades ned, eftersom antalet kunder blev betydligt färre än väntat.

BT Industries har sedan decennier hyrt ut sina truckar och har successivt anpassat sig efter kundbehoven genom att erbjuda dem som så önskar service, reparationer och uppgraderingar. Idag utgörs cirka hälften av företagets försäljning av olika typer av funktionserbjudanden där kunden kan välja mellan olika servicenivåer, inklusive förebyggande underhåll och fullserviceavtal med underhåll, reservdelar och reparationer. Genom systemet EASY (Engineering Administration System) har företagets servicetekniker genom en handterminal möjlighet att diagnostisera truckproblem, ladda ned mjukvara, identifiera och beställa reservdelar. Vidare har teknikern tillgång till kundinformation, truckinformation, reparationshistorik etc. Därigenom får han snabbt komplett information om oförutsedda problem hos kunderna – vilka delar som behöver bytas etc. samt annan information såsom trucktyp och servicehistorik. Det här IT-systemet, i form av ett affärssystem, är alltså den ”tekniska grunden” som möjliggör en framgångsrik funktionsförsäljning hos BT Industries. Det ger möjlighet att skapa tjänster som är mer kundanpassade (vilket alltid är nyckeln för funktionsförsäljning) som i slutändan leder till store effektivitet i utvecklingen. Företaget får en detaljerad helhetsbild av kunderna och en aggregerad bild på europainivå. Det är ett tydligt exempel på hur teknisk innovation möjliggör funktionsförsäljning i praktiken.

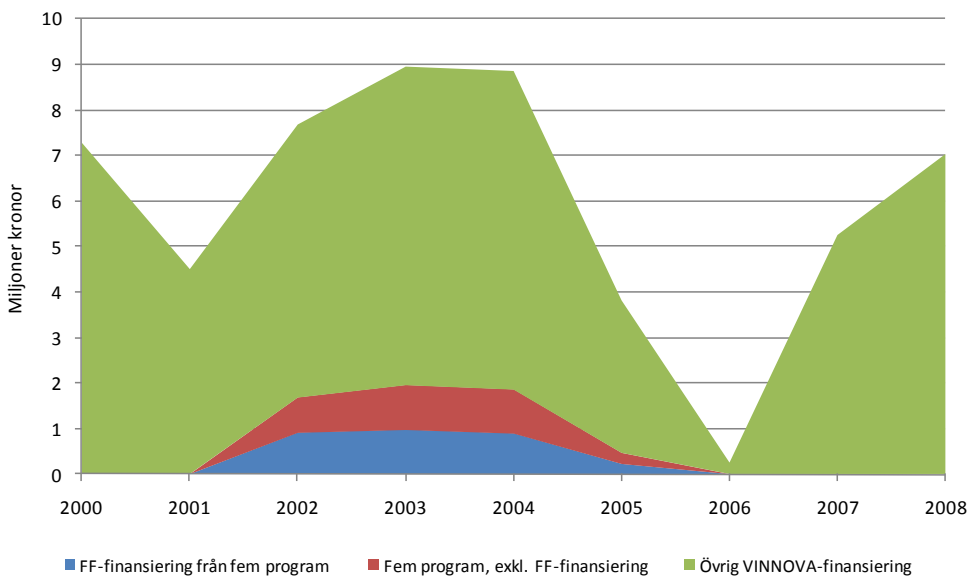
Enligt en UoH-forskare har företaget UBD Cleantech, som återtillverkar bilkomponenter, i huvudsak bromsok, inspirerats i sin affärsutveckling genom sitt deltagande i EP-projektet ”Hållbara system och produkter för återanvändning och rekonditionering.” En annan UoH-forskare hävdar att de fem programmen definitivt har ökat deltagande företags konkurrenskraft.

7.4 Effekter för FoU-utförare

Som redan framgått, har denna delstudie om funktionsframställning fokuserat på de idag två dominerande akademiska miljöerna inom detta ämnesområde, LiU och LTU. Vår empiri, som vi redan till del redogjort för, bekräftar också dessa miljöers dominans. Figur 37 och Figur 38 visar dock tydligt att de två miljöerna finansierat sin FoU inom området på mycket olika sätt. LiU erhöll under åren 2003–2008 omfattande FoU-anslag till funktionsförsäljning i fem projekt inom de fem VINNOVA-programmen (och relativt små VINNOVA-anslag till FoU inom andra områden). Åren 2004–2006 kom denna grupps VINNOVA-finansiering uteslutande från de fem programmen. LTU erhöll under perioden 2002–2005 däremot tämligen blygsam FoU-finansiering till funktionella produkter från de fem programmen (endast ett projekt inom TIP), men omfattande anslag från andra VINNOVA-program. Det ska här noteras att anslagsuppgifterna i figurerna visar de år för vilka VINNOVA beviljat anslagen, vilket inte nödvändigtvis är samma år som de upparbetats.



Figur 37 Av VINNOVA beviljad finansiering till FoU-miljön vid LiU¹⁰³. Anslagsbeloppen för de fem programmen är korrigerade för transfereringar mellan FoU-utförare.



Figur 38 Av VINNOVA beviljad finansiering till FoU-miljön vid LTU¹⁰⁴. Anslagsbeloppen för de fem programmen är korrigerade för transfereringar mellan FoU-utförare.

I siffror har LiU från de fem programmen erhållit knappt 21 miljoner kronor till funktionsförsäljningsforskning, vilket motsvarar hela 54% av de totala anslagen från VINNOVA under perioden 2000–2008. Motsvarande uppgifter för LTU är 3 miljoner

¹⁰³ Projekt med Christian Berggren, Mats Björkman, Mattias Lindahl eller Anna Öhrwall-Rönnbäck som projektledare. Detta urval är gjort i samråd med Mattias Lindahl.

¹⁰⁴ Projekt med Lennart Karlsson, Tobias Larsson eller Mats Oldenburg som projektledare (de av de elva "key LTU staff" som anges i ansökan för VINN Excellence Centre Faste som under perioden erhållit VINNOVA-anslag i eget namn) samt Uday Kumar. Detta urval är gjort i samråd med Tobias Larsson.

kronor och 6% (jmf. Figur 34). Båda FoU-miljöerna har dessutom erhållit betydande anslag från andra finansiärer än VINNOVA, ex.vis SSF, KKS och EUs ramprogram, vilket ytterligare komplicerar bilden. Vad detta resonemang säger oss är att attribueringen av observerade effekter till de fem programmen i fallet LiU bör kunna vara relativt rättfram, medan attribueringen i fallet LTU blir mer komplicerad. Här får vi i stället attribuera effekterna till (åtminstone) den totala VINNOVA-finansieringen. Enligt flera intervjuutsagor har en avsevärd del av VINNOVAs finansiering av centrumbildningarna Polhem (t.o.m. 2005) och Faste (fr.o.m. 2005), liksom mycket av den tämligen omfattande NFFP-finansieringen använts till FoU inom funktionella produkter. Intressant nog har ingen intervjuperson, vare sig i industrin eller bland FoU-utförarna omnämnt någon av de andra mottagarna av anslag till funktionsförsäljningsforskning än KTH. Eftersom KTH-gruppen¹⁰⁵ från de fem programmen erhållit knappt 5 miljoner kronor till funktionsförsäljningsforskning, vilket motsvarar 58% av de totala anslagen från VINNOVA under perioden 2000–2008, torde detta lärosätes funktionsförsäljningsforskning vara av betydligt mindre omfattning än motsvarigheterna vid LiU och LTU, vilket rimligen förklarar de fåtaliga referenserna till KTH i våra intervjuer.

7.4.1 Första ordningens effekter

Den mest uppenbara effekten av de fem programmen är att de lett till en ökad FoU-verksamhet, som ungefärligen borde stå i proportion till fördelning av anslagen enligt Figur 34. Om vi för ett ögonblick tillåter oss att anta att hela detta anslag finansierat doktorander, skulle det med ett vanligt schablonantagande om att ett doktorandår kostar cirka 750 000 kronor ha motsvarat drygt 60 doktorandår och (med mycket drivna doktorander) uppemot 15 doktorer inom funktionsförsäljningsområdet. Nu har ju inte hela anslaget på långa vägar gått till att finansiera doktorander (och långtifrån alla doktorander blir doktorer på fyra år), bland annat eftersom inget av programmen hade forskarexamina som mål, men resonemanget sätter ändå VINNOVAs insats i perspektiv och kan hjälpa oss att kalibrera förväntningarna på effekter hos FoU-utförarna.

En LiU-forskare berättar att de fem programmen, inklusive en del tidiga insatser av Naturvårdsverket, har gjort det möjligt för forskare att predika funktionsförsäljningens lov, bl.a. i fackpress och på konferenser. Forskare vid LiU har också fått VINNOVAs uppdrag att ta fram en funktionsförsäljningshandbok för industrin (vilken när detta skrivs ännu inte är slutförd). LiU ledde också det tidigare nämnda EP-projektet som flera intervjupersoner i industrin lyft fram som viktigt för utveckling av nya affärsmodeller av funktionsförsäljningstyp. En annan LiU-forskare berättar att just detta projekt gav många uppslag till fördjupning av forskningen.

En LiU-forskare påpekar vidare att de flesta som har forskarbakgrund inom funktionsförsäljning stannat kvar inom UoH, vilket – även om det kortsiktigt kan vara till men för den industriella implementeringen – medgett skapandet av en forskargrupp med kritisk massa. Kärnan i denna forskargrupp kallar sig the Integrated Product Service Engineering (IPSE) research group som enligt sin hemsida bedriver forskning av världsklass. Gruppen består av tolv personer, varav en doktorand, motsvarande drygt sex heltidsekvivalenter. Finansieringen inom funktionsförsäljningsområdet uppgår 2009 till knappt 6 miljoner kronor (ProEnviro (SSF och Mistra): 1,6 miljoner kronor, VINNOVA (inte inom de fem programmen): 1,5 miljoner kronor, Sveriges Ingenjörer: 1,3 miljoner kronor, Banverket: 0,8 miljoner kronor, LiU fakultetsmedel: 0,5 miljoner kronor).

En LTU-forskare argumenterar för att VINNOVA har skapat en trend inom funktionella produkter och funktionsförsäljning som lockat åtta företag att inom

¹⁰⁵ Projekt med Margareta Norell Bergendahl, Gunilla Ölundh Sandström, Gunilla Sivard eller Sofia Ritzén som projektledare.

ramen för Fastelaboratoriet medverka i forskning om området. Forskaren menar att LTUs verksamhet inom området alls inte hade funnits om det inte varit för Nuteks och VINNOVAs finansiering. Även ProViking finansierade mycket forskning inom funktionsförsäljning och funktionella produkter. Här handlar det alltså i mycket liten grad om finansiering från de fem programmen (jmf. Figur 38) utan om effekter av den betydligt bredare 5+-ansatsen. Den offentliga FoU-finansieringen LTU åtnjutit inom funktionsförsäljning har resulterat i cirka 15 doktorer och fem licentiater, en livskraftig forskningsmiljö med kritisk massa och internationell konkurrenskraft. Som ett utslag av detta lanserade LTU det nya forskningsområdet Funktionella produkter i vilket VACs dåvarande forskningschef var gästprofessor 2005–2007. Nu är en av de forna doktoranderna från miljön ordinarie professor i ämnet. Gruppen består av 23 personer, varav tolv doktorander, motsvarande drygt 15 heltidsekvivalenter. Finansieringen inom funktionella produkter uppgår 2009 till drygt 14 miljoner kronor (VINNOVA (Faste, MERA, NFFP, FFI): 8 miljoner kronor, ProViking (SSF): 2,5 miljoner kronor, RP7: 4 miljoner kronor).

I enkäten till projektledarna vid UoH och institut anger samtliga respondenter att deltagandet haft mycket stor betydelse för fördjupade kontakter med industrin, följt av medverkan till att skapa ett nytt forskningsområde, nya kontakter med industrin, fördjupade kontakter med forskare samt nya kontakter med forskare. Figur 36 visade vidare att olika slags publikationer och avhandlingar, liksom nya metoder, tester och processer antingen redan har uppnåtts eller förväntas uppnås, medan nya tjänster ännu inte uppnåtts i så hög grad, även om förväntningarna på det är stora. Av enkäten framgår också att 67% av respondenterna anger att deras internationella samarbeten ökat sedan tiden för projektdeltagandet, och 46% av dem bedömer att deltagandet i de fem programmen haft mycket stor betydelse för denna utveckling.

På ett relativt tidigt stadium i funktionsförsäljningens utveckling hade de svenska forskarna ett nätverk, kallat 3F, vilket numera är nedlagt. Detta till trots påpekar flera forskare (från olika lärosäten) samt en industrirepresentant, att de akademiska forskarna med tiden blivit allt bättre på att samarbeta (vilket man inte säger sig ha varit tidigare). En LTU-forskare berättar att man nu "arbetar mer nyanserat och generellt har blivit mycket bättre på att samarbeta. Man kan inte tävla internationellt om man inte samverkar på hemmaplan; Sverige är för litet för det." Både LTU-forskaren och flera industrirepresentanter beskriver en utveckling mot nätverksforskning nationellt för att bli starkare internationellt. En LiU-forskare håller med och påpekar att LiU, LTU och KTH skrivit en del gemensamma ansökningar och att de tre i april 2010 gemensamt organiserar en internationell konferens om "integrated product and service offerings" i Linköping. Flera personer pekar på en komplementaritet mellan främst LiU och LTU, där det förra lärosätet fokuserar på affärsmodeller ("ekonomi") och det senare på produktutvecklingsprocessen ("teknik"). Denna indelning gör att man inte så lätt trampar varandra på tårna, vilket underlättar samverkan.

Flera industrirepresentanter påpekar att forskarna med tiden också blivit allt bättre på att lyssna till industrin och dess problemställningar, vilket de attribuerar till VINNOVAs instrument som förutsätter samverkan mellan industri och akademi.

7.4.2 Andra ordningens effekter

Vad gäller forskarinfrastruktur har två FoU-miljöer vuxit sig starkare och förefaller idag ha uppnått en kritisk massa som företrädare för båda miljöerna är överens om inte hade varit möjligt att uppnå utan VINNOVA-finansiering. Vid LTU har denna utveckling också resulterat i det nya forskningsämnet Funktionella produkter som inryms i en egen avdelning inom institutionen för Tillämpad fysik, maskin- och materialteknik.

Enligt enkäten till projektledare vid UoH och institut har deltagandet i de fem programmen enligt 46% av respondenterna haft stor betydelse för ett ökat internationellt samarbete. För 89% av respondenterna ledde deltagandet i de fem programmen till nya FoU-projekt och av dessa innebar 88% samarbeten med företag

som ABB, AB Volvo, BAe Systems Hägglunds, Ericsson, GE Healthcare, Green Cargo, Kværner Pulping, Sandvik Coromant, SCA, Scania, SNA Europe, St. Jude Medical, Thule och VAC. 79% av respondenterna anger att dessa företagssamarbeten huvudsakligen uppstod som ett resultat av deltagandet i VINNOVA- programmen.

Uppräkningen av företagssamarbeten visar dels på kunskapsspridning till företag som inte deltagit i de ursprungliga projekten och dels på kunskapsspridning till branscher som inte tidigare varit delaktiga, såsom medicinteknik, järnvägstransporter samt papper och massa.

En industrirepresentant med djup insikt i forsknings- och utbildningsfrågor menar att forskningen haft en radikal påverkan på civilingenjörsutbildningen. LTU har en doktorandkurs om funktionella produkter och flera grundutbildnings- och doktorandkurser om olika aspekter av produktutveckling. En forskare vid LiU berättar att man nästa år, efter fyra år av förberedelser, startar en ny grundutbildningskurs om IPS Engineering med, till en början, 40 platser.

7.5 Sammanfattning

Vi har kunnat konstatera att två mycket livskraftiga FoU-miljöer växt sig starka inom funktionsförsäljning/funktionella produkter, till mycket stor del tack vare anslag från Nutek och VINNOVA. Det är dock endast för miljön vid LiU som denna tillväxt tydligt kan attribueras till de fem VINNOVA-programmen. För miljön vid LTU är attribueringen till de fem programmen påfallande svag, men genom en systembetraktelse framstår kopplingen till anslag från framför allt Nutek/VINNOVA (främst till kompetenscentrum Polhem och NFFP), SSFs ProViking och EUs ramprogram som avgörande för det vi idag kan se. Denna systemsyn inryms inom den 5+-ansats som introducerades i avsnitt 1.2. Vid sidan av dessa två FoU-miljöer förtjänar också FoU-miljöerna vid KTH (VINNOVA) och KaU (KKS och VINNOVA) att nämnas, men de har inte vidare studerats i denna delstudie.

Både miljön vid LiU och den vid LTU har fokuserat sin industrisamverkan på en handfull företag som aktivt medverkat i FoU-projekten. Dessa företag har i betydande utsträckning implementerat FoU-resultaten och använder dem i olika utsträckning i den egna affärsverksamheten. I en del fall är FoU-resultaten fullt kommersialiserade, i andra ingår de i företagsintern vidareutveckling och i några få fall har företag helt släppt tankarna på funktionsförsäljning, bland annat på grund av förändrade marknadsförutsättningar. Vi har relaterat flera exempel från företag som genom att implementera FoU-resultatet och genom att utnyttja sin egen höjda kompetens åstadkommit en mycket tydlig ökning av företagets konkurrenskraft. Genom dedicerade kunskapsspridningsinsatser i bland annat fackpress, främst av LiU-forskare, och genom senare FoU-projekt har FoU-resultaten spridits till en vidare krets potentiella användare. Flera intervjupersoner påpekar dock att en mer spridd användning av funktionsförsäljning i tillverkningsindustrin är en mycket långsam process och att man knappast kan förvänta sig en snabb utveckling. Andra intervjupersoner inskräper att funktionsförsäljning inte är ett akademiskt påfund, utan att det har sitt ursprung i näringslivet. Det har dels lett till att LiU-forskarna från affärsutvecklingssidan studerat företag som redan tillämpat funktionsförsäljning och sedan ägnat sig åt teoribildning och spridning av denna till andra företag. LTU-forskarna har fokuserat mer på klassiskt, men ändå högst interdisciplinärt, ingenjörsarbete för att förbättra produktutvecklingsprocessen för att på så sätt kunna utveckla de produkter och skapa den ingående produktinsikt som krävs för att kunna sluta ett välbalanserat avtal om funktionsförsäljning. De olika FoU-inriktningarna för de två miljöerna har skapat en komplementaritet som torde vara gynnsam för den fortsatta utvecklingen.

De samverkansmönster som vuxit fram mellan FoU-utförarna och industrin anses värdefulla och båda parter fortsätter i stor utsträckning att samverka med dem de redan tidigare arbetat med, om än med ett hälsosamt mått av förnyelse i konstellationerna. Flera företagsföreträdare påpekar att FoU-utförarna blivit allt

bättre på att förstå företagens behov, vilket borgar för ett allt effektivare samarbete. Ett ansevärt antal forskarutbildade har examinerats inom området, främst från LTU, och merparten av dessa verkar nu i industrin, vilket torde underlätta spridningen av funktionsförsäljning och, genom den ökade absorptionskapacitet detta innebär, allmänt förbättrade möjligheter för företagen att ta till sig externa FoU-resultat. Inom affärsutvecklingsidan har förhållandevis få forskarutbildade examinerats och de flesta av dem återfinns idag inom UoH. LiU-gruppen har för tillfället endast en doktorand.

Samtidigt som forskarna vid LiU och LTU själva förefaller fyllda av tillförsikt inför framtiden, så pekar ett par andra UoH-forskare på att Sverige inte väl förvaltat det försprång som alla förefaller vara överens om en gång fanns. En av dem, som citerades i avsnitt 7.1, menar att svenska forskare efter en lovande start inte " varit tillräckligt ambitiösa och inte tillräckligt internationellt inriktade i sin verksamhet". Dessa forskares utsagor kan möjligen till del ses som partsinlagor, men bör ändå leda till eftertanke. Har det svenska forskarsamhället inom området varit tillräckligt internationellt inriktat i sin verksamhet samt publicerat och presenterat i de fora som "räknas"? Samtidigt har båda miljöerna på ett berömvärt vis lagt betydande kraft vid att sprida kunskapen till svenska företag, vilket möjligen tagit tid och kraft som kanske till del borde ha investerats i att synas i prestigefyllda akademiska tidskrifter. Här kan det finnas anledning för FoU-finansierarna att fundera över balansen mellan implementering av behovsmotiverad FoU i industrin och att tillåta (eller kräva) att UoH-forskare syns tillräckligt i akademiska sammanhang för att *dessutom* kunna bygga upp ett gott internationellt renommé.

8. Friformsframställning

8.1 Bakgrund

Friformframställning (FFF) benämns vanligtvis mer formellt ”skiktvis additiv tillverkning”, och kan förenklat beskrivas som ”den inverterade osthyveln”. Det rör sig om ett antal, ofta tämligen olika, tillverkningstekniker som har det gemensamt att de bygger upp föremål skikt för skikt direkt från CAD-data, och man kan på det sättet skapa den produkt man vill ha. De flesta traditionella tillverkningsmetoder bygger på principen att man börjar med ett överdimensionerat råämne och sedan sågar, fräser, svarvar eller smider det till den önskade geometrin. Det finns också några tillverkningsmetoder, exempelvis gjutning och formsprutning, där man arbetar med flytande råmaterial och metoder där man utgår från råmaterial i pulverform, exempelvis sintring. Med FFF börjar man med ingenting och lägger i stället till material skikt för skikt, i vissa varianter partikel för partikel, just det material som behövs, exakt där det behövs. Med denna teknik kan man bygga ihåliga föremål i en enda operation, eller komplexa former med mycket hög noggrannhet.

Utvecklingen av FFF är nära kopplad till utvecklingen av datoranvändning i industrin.¹⁰⁶ I takt med att datorer blev billigare, mer kraftfulla och enklare att använda växte tekniker som CAD, CAM och CNC fram, och dessa (och i synnerhet den förstnämnda) möjliggjorde utvecklingen av de tillverkningsmetoder som gemensamt kommit att benämnas Rapid Prototyping. Tekniken är alltså inte en, utan flera komplementära och konkurrerande. Det de har gemensamt är att samtliga är additiva, men skiljer sig åt i hur lagren läggs på för att skapa delarna, Vissa tekniker smälter eller mjukar upp material för ändamålet, andra lägger material i flytande form som sedan härdas. Den mest vanligt förekommande beteckningen på denna teknik internationellt sett är Rapid Prototyping, men även termer som Free Form Fabrication och Layer Manufacturing har använts flitigt. Enligt vissa källor håller Additive Fabrication Technology (AFT) nu på att ersätta det gamla begreppet Rapid Prototyping. Terminologin kan alltså vara något förvirrande. Ett försök till uppstrukturering av de olika FFF-metoderna och deras förhållande till varandra illustreras i Figur 39.

Skiktvisa additiva tillverkningsmetoder omformar virtuella konstruktioner från CAD-program till virtuella horisontella tvärsektioner. Dessa läggs sedan av FFF-utrustningen på, lager för lager, tills komponenten är färdig. Standardgränsytan mellan CAD-mjukvaran och maskinerna är filformatet STL. Metoden kallas ”rapid”, då den förkortar framtagningstiden för en prototyp eller komponent, men hur snabbt det går beror på vilken typ av maskin som används, storleken på komponenten och antalet enheter som ska tillverkas samtidigt. En viktig aspekt i snabbheten är att FFF-metoderna inte kräver något formverktyg, vilket normalt sett är mycket kostsamt och tidsödande att framställa (normalt med konventionella bearbetningsmetoder). En nyligen lanserad maskin för serieproduktion bygger exempelvis 72 mm per timme, vilket gör den fem till tio gånger snabbare än andra jämförbara maskiner på marknaden. Maskinen har tagits fram av Sintermask, ett tyskt företag som utvecklat en teknik från ett ursprungligen svenskt företag.

FFF-tekniken har sitt ursprung i USA, där också den första kommersiella maskinen såldes 1987. Sedan dess har tekniken haft en stark tillväxt. Det största användningsområdet är för prototyp-tillverkning i industrin, men många andra applikationsområden är under tillväxt, bl.a. medicinska implantat och direkttillverkning av färdigdetaljer. Men det är inte endast ingenjörer och kirurger

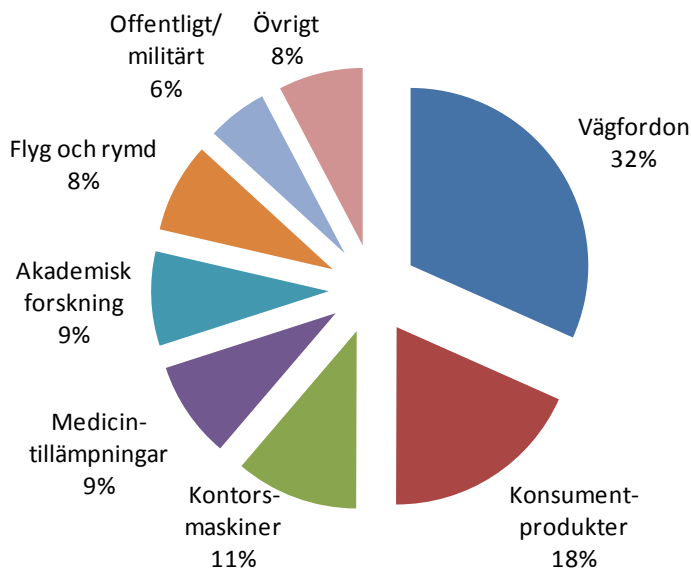
¹⁰⁶ C. K. Chua, K. F. Leong and C. S. Lim, “Rapid Prototyping: Principles and Applications”, World Scientific Publishing Co., Singapore, 2003.

som utnyttjar tekniken, utan också arkitekter och andra yrkeskategorier. Det finns t.o.m. konstnärer och skulptörer som använder sig av FFF. Figur 40 visar olika marknadssegment för FFF, vilket illustrerar användningsområdenas bredd.

ADDITIVE FABRICATION [Preferred term for the entire field.]				
RAPID PROTOTYPING [Currently the most popular term for the entire field, but not precise.] <i>Examples of common additive technologies:</i>				
<ul style="list-style-type: none"> • Stereolithography (SLA) • Fused Deposition Modeling (FDM) 	<ul style="list-style-type: none"> • Inkjet based systems • Three Dimensional Printing (3DP) 	<ul style="list-style-type: none"> • Selective Laser Sintering (SLS) • Laminated Object Manufacturing (LOM) 		
<i>Note that most of these technologies can be used for 3D printing, rapid tooling, rapid manufacturing and other applications.</i>				
Less frequently used synonyms for ADDITIVE FABRICATION or RAPID PROTOTYPING:				
<ul style="list-style-type: none"> • Solid freeform fabrication (SFF) • Freeform fabrication (FFF) 	<ul style="list-style-type: none"> • Desktop manufacturing (DTM) • Solid imaging/solid imager 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabber/fabbing • Layered manufacturing/layered fabrication 		
Stereolithography [Confused or incorrect usage when referring to the entire field.]				
3D Printers/ 3D Printing (Lower-cost systems.) <i>Synonyms:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Three dimensional printers/printing • Concept modelers/concept modeling 	Rapid Tooling <u>Direct Tooling</u> (Technologies which don't use a pattern.) <u>Indirect Tooling</u> (May include an RP-generated pattern & secondary material transfer process.) Not just rapid tooling (Some technologies are often mischaracterised as exclusively rapid tooling.) <i>Examples:</i> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Laser powder forming technologies • Direct Metal Deposition™ • ProMetal™ </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Electron beam melting (EBM) • Selective laser melting (SLM) </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> • Laser powder forming technologies • Direct Metal Deposition™ • ProMetal™ 	<ul style="list-style-type: none"> • Electron beam melting (EBM) • Selective laser melting (SLM) 	Rapid Manufacturing <i>Synonyms:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Additive manufacturing/additive fabrication • Mass customization • Toolless manufacturing • Direct fabrication/direct manufacturing • (Direct) digital manufacturing (DDM)/digital fabrication • Advanced Digital Manufacturing (ADM)™
<ul style="list-style-type: none"> • Laser powder forming technologies • Direct Metal Deposition™ • ProMetal™ 	<ul style="list-style-type: none"> • Electron beam melting (EBM) • Selective laser melting (SLM) 			

Figur 39 Olika FFF-metoder och deras förhållande till varandra.¹⁰⁷

¹⁰⁷ Omritad från Castle Island's World Guide to Rapid Prototyping (RP), home.att.net/~castleisland/home.htm.



Figur 40 Världsmarknaden 2001 för FFF indelad i marknadssegment.¹⁰⁸

Med FFF kan produkter i tre kategorier tillverkas; 1) icke strukturellt hållfasta prototyper, 2) småskalig eller enstyckstillverkning, t.ex. implantat, samt 3) färdiga, strukturellt hållbara produkter i varierande seriestorlekar. FFF-tekniken lämpar sig bäst för små föremål med komplexa former tillverkade i korta serier. Det finns flera goda argument för att använda denna teknik. Det skäl som oftast framförts i våra intervjuer handlar om att man med denna teknik kan tillverka faktiska, tredimensionella prototyper; en fysisk modell är överlägsen en datormodell. Med detta förbättras kommunikationen i design- och konstruktionsprocessen. Med FFF får man en väldigt direkt koppling mellan det som konstruktören skapat i datorn och den slutgiltiga komponenten. Andra fördelar med FFF-tekniken är att den drastiskt minskar tiden till marknaden, att den minskar tid och kostnader för att ta fram verktyg för korta serier¹⁰⁹, och att man med den kan framställa detaljer som är mycket dyra eller svåra att framställa på andra sätt.

8.1.1 Översiktlig internationell utblick och historik

Tekniken kommer alltså ursprungligen från USA, och introducerades i Europa vid Hannovermässan 1988. Det började på 1980-talet med prototypframtagning och därför föddes begreppet "Rapid Prototyping" (RP). Det används fortfarande ofta som samlingsbegrepp på lageradderande tillverkning (Additive Fabrication). Av naturliga skäl började utvecklingen inom plastområdet eftersom det är enkelt att härda en flytande härdplast, alternativt att smälta en termoplast och sedan låta den stelna. Teknikerna för tillverkning av metallkomponenter är ekonomiskt minst lika intressanta och har genomgått i princip samma utvecklingsförlopp, men med några års eftersläpning eftersom det har inneburit svårare tekniska utmaningar. Men oavsett material inleddes en ny epok när man kunde börja tillverka komponenter med godtycklig geometri med hålrum, bra ytor där konventionella formverktyg inte skulle kunna ge dem och till och med rörliga delar, allt i en enda automatiserad operation och helt utan formverktyg.

De första stegen i FFF-utvecklingen (stereolitografi med epoxiplast som härdades med laser) hade aldrig ambitionen att åstadkomma en användbar komponent. Dessa

¹⁰⁸ Omritad från D. T. Pham, S. S. Dimov, "Rapid Manufacturing", Springer-Verlag, 2001.

¹⁰⁹ FFF kan också användas för att tillverka formverktyg, exempelvis för formsprutning av plast.

tekniker resulterade i spröda detaljer med låg hållfasthet och kunde endast användas för att visualisera en komponent i tre dimensioner, men inte för att tillverka användbara detaljer. En tidig svensk anammare av tekniken beskriver fördelarna med den på följande vis: ”Man kunde se [skillnaden] när man kom till formverktygstillverkaren. Hade man med sig en FFF-prototyp var det ingen som tittade på ritningarna. Verktygsmakarna bara vände och vred på prototypen.”

I början av 1990-talet var maskinerna i sig att betrakta som prototyper, men efter några år lämnade de experimentstadiet och blev mer stabila, vilket innebar en acceptabel mått noggrannhet och tillförlitlighet. Mot slutet av 1990-talet började maskinerna producera komponenter med bättre mekaniska egenskaper och man kunde därmed börja använda dem till att producera funktionella komponenter. Att övertyga marknaden, att göra prototyper och modeller från sina ritningar, var den stora utmaningen. Visionerna om hur existerande processer skulle kunna effektiviseras, och om tillverkning som tidigare inte varit möjlig, tog fart och idag är utvecklingen av allt fler nya råmaterial, snabbare maskiner med bättre precision och nya tillämpningar i full gång. Samtidigt pågår en mognadsprocess i industrin där man upptäcker hur tekniken kan appliceras på nya områden.

8.1.2 Områdets utveckling i Sverige sedan mitten av 1990-talet

Företagspionjärerna i Sverige

Sverige var ett av de länder i Europa som tidigast anammade den nya tekniken. Året efter att den första kommersiella maskinen sålts i USA kom några svenska industriförebekämpare vid mässan i Hannover 1988 i kontakt med tekniken. Det handlade då om experimentmaskiner.

FFF-tekniken kom först till Sverige genom Electrolux försorg. Företaget satsade tidigt på CAD-verksamhet, och hade redan 1977 köpt in det första CAD-systemet i landet för att använda det för maskinkonstruktion. Det blev naturligt för dem att ta en CAD-geometri och visualisera den i en stereolitografisk detalj. ”Vi skaffade maskiner av de anledningarna”, säger bolagets dåvarande tekniske direktör. Denne hanterade en företagsintern riskfond för att driva mer långsiktiga utvecklingsverksamheter av konstruktions- eller produktutvecklingsmetoder. 1988 köpte Electrolux sin första FFF-maskin, och detta köp finansierades via denna interna riskfond. Detta var samtidigt den första FFF-maskinen som köptes i Europa. Maskinen placerades på huvudkontoret på Lilla Essingen, men flyttades efter en tid från ”experimentverkstaden” där till Huskvarna. I samband med detta ändrades namnet på denna del av företaget från R&D till Rapid Development, enligt dåvarande tekniska direktören för att understryka att det handlade om en hävstång för att snabbare komma till resultat.

Ett av bolagen som ingick i Electroluxkoncernen var en verktygstillverkare i Åbo, E-Tooling. Eftersom det bolaget samarbetade mycket med TEKES, sökte man inte alltid pengar från riskfonden utan drev projekt även på egen hand med pengar från TEKES. Det gjorde att företaget lyckades bygga upp FFF-teknologier som var tillräckligt bra för att göra användbara detaljer. E-tooling gick vidare till metoder för pulversintring, sedan metallpulversintring. Detta ledde gradvis till komponenter som i högsta grad var faktiskt användbara även i mekaniskt belastade tillämpningar.

Då Electrolux mot slutet av 1990-talet fick en ny VD påbörjades en omfattande avveckling av de ”udda verksamheterna”. Den tekniske direktören fick order att lägga ner eller försälja de verksamheter som fanns i Åbo och Huskvarna. Dessa enheter ombildades, och cheferna på respektive plats tog över företagen i egen regi. E-Tooling i Åbo såldes efter några år till en tysk samarbetspartner; verksamheten i Huskvarna blev till Prototal AB, vilken vi återkommer till nedan.

IVF spred kunskap om tekniken

IVF uppmärksammade tidigt tekniken, och började med medel från dåvarande Nutek att sprida kunskap om denna. Nutek satsade inom insatsområdet Produktdatasystem i verkstadsföretag (PDS) 1990-1996 7,6 miljoner kronor på ett antal FFF-relaterade

projekt (jmf. Figur 16). Dessa projekt, som alla låg på IVF, hade till syfte att åstadkomma en gemensam kompetenshöjning inom områden av brett intresse, för vilka tillämpningsnivån i Sverige bedömdes vara lägre än den borde och skulle kunna vara med hänsyn till den då aktuella teknikfronten. Verksamheten bedrevs inom tre typer av projekt, se Tabell 10.

Tabell 10 Projektverksamheten inom Nuteks insatsområde Produktdatasystem i verkstadsföretag (PDS).¹¹⁰

Gruppprojekt (med flera företag som deltagare)	Nätverksprojekt (med medverkan från en större grupp företag)	Spetsprojekt (provning av ny teknik)
"Breddad FFF-tillämpning 92/93"	"Nyhetsservice inom FFF-området 92-96"	"Snabb prototyp- och kortserietillverkning – förstudie"
"Snabb prototypframställning av precisionsgiutna produkter"		"FriFormFramställning FFF – Teknikspridning"
"Friformframställning för kortare ledtider – svensk del av nordiskt projekt"		
"Förädling av FFF-modeller för modell- och prototypstillverkning fas 2"		
"RapidTool – Verktygstillverkning med FFF"		
"FFF-underlag för konstruktörer"		

Ambitionen med samtliga projekt var att "nä en hög utbildningseffekt och skapa breda kontaktytor". Nätverksprojektet "Nyhetsservice inom FFF-området", som IVF bedrev från 1991, hade två syften. Dels syftade det till att höja kunskapsnivån i industrin – stora och små företag, företag med egen produktutveckling, verktygsmakare, modelltillverkare, gjutare, formsprutare etc. – och dels till att skapa ett svenskt nätverk inom FFF. Nyhetsserviceprojektet drevs under fyra år, och under den tiden genomfördes nyhetsseminarier tre till fyra gånger om året samt nätverksträffar och dessutom gav IVT ut ett nyhetsbrev som specifikt behandlade den nya tekniken. Man lanserade även ett datanätverk – FFF Online – med tjänster som överföring av tillverkningsunderlag och prisförfrågningar. Slutrapporten kvantifierar resultaten inom FFF-området på följande sätt:¹¹¹

- Seminarserier och enstaka seminarier 18
- Konferenser, konferensmedverkan 8
- Utbildning fler än 10

Seminarierna bestod av företag som berättade om sina erfarenheter, medan IVF berättade om vad som hände på andra håll. Seminarierna och nyhetsbrevens bidrog till att skapa en bra bredd; användningen i Sverige kom igång förhållandevis tidigt jämfört med övriga Europa. "IVF hade järnkoll på var FFF-maskinerna var placerade, främst de amerikanska, på slutet av 1990-talet", som en industriperson som var med

¹¹⁰ "Produktdatasystem i verkstadsföretag. Slutrapport 1990-96", Nutek R 1996:75.

¹¹¹ Ibid.

på den tiden uttrycker det. En agent och tidig anammare av tekniken säger att "IVF och Nutek öppnade industrins ögon för att ta till sig tekniken".

Verksamheten vid IVF ledde också till att ett företag knoppades av. Verksamheten i företaget feubic drogs igång 2003, då ett EU-projekt hjälpte till att finansiera verksamheten. Redan 1996 hade personen bakom företaget, då ännu anställd på IVF, fått ett forskningsprojekt från dåvarande Nutek, vilken finansiering användes för att införskaffa företagets första maskin.

IVFs arbete med att underlätta introduktionen av tekniken på den svenska marknaden tog, naturligen, sin början i verkstadsindustrin. När FFF började bli mer moget för tillämpningar, såg IVF och andra aktörer att medicinska tillämpningar var spännande, och AIS-projektet "Samverkan kring medicinska tillämpningar av FriFormsFramställning (MEDeFFF)" blev det första inom det området. Här introducerades FFF som preoperativt hjälpmedel på sjukhusen ("kopia skala 1:1 av ditt krossade skallben", som en projektledare vid IVF uttrycker det). Detta fanns inte på svenska marknaden när MEDeFFF började, men var ett etablerat begrepp när projektet slutade.

Andra aktiva företag

Även personvagnsdivisionen inom AB Volvo var tidigt ute med att pröva möjligheterna med den nya tekniken. En person på designavdelningen sattes 1994 att internt utreda teknikens användningsmöjligheter för koncernen. Man gjorde under ett par års tid utredningar, tittade på andra användare i Europa, och äskade interna pengar och byggde upp en egen avdelning. AB Volvo köpte in sina första maskiner 1996, och anställde personal för att använda dem. Personen som anställdes 1994 drev utvecklingen av FFF internt i koncernen under närmare tio år. Med titeln "rapid prototyping senior specialist" arbetade han nästan heltid med att internt Volvo-koncernen informera om möjligheterna tekniken erbjöd, och tog även fram interna handböcker.

AB Volvo var genom denne person med och följde de projekt som IVF startade upp, och deltog enligt denne även i några av dessa projekt. "Vintern 1995 var jag på heldagsinformation på IVF. Det var inget nytt för oss, men bra för oss att få reda på vad som hänt." Sedan kom AB Volvo att arbeta parallellt, snarare än tillsammans, med det som IVF gjorde. "IVF har inte varit inne på Volvo", enligt denne dåtida "rapid prototyping senior specialist"; det IVF jobbade med var inte det som AB Volvo hade behov av. Enligt en annan källa genomförde dock VAC runt år 2000 tillsammans med IVF ett Nutek- eller VINNOVA-finansierat studentprojekt/stort examensarbete om alla då existerande FFF-metoder för att välja ut vilka VAC skulle satsa på, och det var således värdefullt för företagets vidare arbete med FFF.

Utvecklingsarbetet inom koncernen pågick fram till 2003. Efter det har det handlat om förvaltning av en utrustning, men ingen utveckling av tekniken. De maskiner som företaget använder på ett rutinmässigt sätt i dag är desamma som köptes in under utvecklingsperioden, och "de är bra även i dag!", enligt den person vi talat med.

Akademien deltog inte – med ett undantag

Bland svenska UoH var KTH tidigt ute med att testa den nya tekniken. Utvecklingen på lärosätet kring detta skedde inom avdelningen för CAD/CAM. KTH fick tidigt på 1990-talet, d.v.s. 3–4 år efter att Electrolux köpt in sin maskin, anslag från dåvarande Forskningsrådsnämnden (FRN) för att köpa en FFF-maskin för forsknings- och undervisningssyfte, och det var den institutionen som tipsade IVF om att detta var intressant. IVF, genom dess Stockholmsfilial som ligger på KTH, fick även möjlighet att använda utrustningen på KTH. Beroende på KTH-institutionen forskningsinriktningen var det mjukvaruaspekter som utgjorde fokus för dess FFF-relaterade forskning (styrning av FFF-system, rationell koppling mellan datormodell och den färdiga komponenten). Forskningen fokuserade således inte på att ta fram produkter och tjänster.

Det fanns alltså under de år då FFF introducerades och fick fäste i landet en viss koppling mellan IVF och KTH. KTHs FFF-relaterade insatser var också de enda mer

betydande som bedrevs vid svenska UoH, även om några andra UoH deltog sporadiskt i de IVFs nätverksaktiviteter. Electrolux och AB Volvo vände sig heller inte till svenska FoU-utförare för att utveckla eller fördjupa sitt kunnande; Electrolux bedrev utvecklingen helt och hållet in-house, medan AB Volvo samarbetade med ett par universitet i Storbritannien.

Offentliga medel till friformframställning

Under perioden 1990–1996 investerade alltså Nutek 7,6 miljoner kronor i FFF-relaterade projekt, samtliga koordinerade av IVF. Vi vet att Nutek finansierade ytterligare minst ett FFF-relaterat projekt under återstoden av decenniet, men vi känner inte till om det rörde sig om ytterligare stödaktiviteter från Nutek. FRN finansierade i mitten 1990-talet alltså en FFF-utrustning på KTH, vilken också användes av IVF. Om vi håller oss till VINNOVA, har offentliga medel till projekt inom FFF beviljats som framgår av Figur 41.



Figur 41 VINNOVA-medel till friformframställning, 2000–2008.

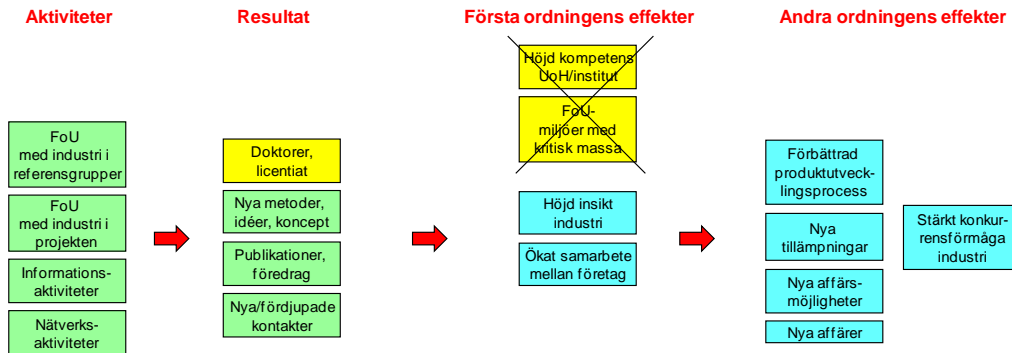
Som synes gick en mycket stor andel av medlen inom området under den första halvan av decenniet till Swerea IVF, och därefter till två företag som båda ligger i Mölndal. Värt att notera är att VINNOVA endast finansierat ett enda projekt med en projektledare vid ett UoH ("MUMAT FFF" inom TIP, 2002–2004); samtliga medel har i övrigt utgått till institut eller företag.

Bilden visar att en dramatisk förändring inträffar mellan 2004 och 2005. Fram till och med 2004 gick VINNOVAs FFF-anslag huvudsakligen till IVF, med några små FFF-anslag till företag och andra institut. Sedan 2005 finansierar VINNOVA inga projekt alls inom FFF-området vid Swerea IVF eller andra institut, och 100% av anslagen går sedan dess till två företag – Arcam och fcubic – vilka är de enda som inom FFF-området varit framgångsrika i VINNOVAs utlysningar under denna period. Inte minst Arcams utveckling förtjänar en mer detaljerad beskrivning som vi återkommer till senare.

8.2 Effektlögik

Ett sätt att analysera Nuteks och VINNOVAs betydelse för utvecklingen av FFF-tekniken i landet är att tydliggöra effektlögiken, d.v.s. hur vi på basis av tillgänglig empiri kan återskapa vad som faktiskt inträffat och vilka slags effekter man kan vänta sig. Denna effektlögik beskrivs i Figur 42, där det första ledet består av de aktiviteter

som genomfördes med hjälp av Nutek/VINNOVAs finansiering – i stor utsträckning av IVF. Det andra ledet identifierar de resultat som insatserna gav upphov till. Därefter följer effekter, av första och andra ordningen (d.v.s. direkta och mer långsiktiga effekter av gjorda insatser). Det bör påpekas att denna skisserade effektlogik inte är baserad på officiella dokument om hur Nuteks eller VINNOVAs insatser var tänkta att fungera. Den är endast vår tolkning och förståelse av vad vi i denna studie har kunnat observera. De effekter som överkursats har vi *inte* observerat och vi återkommer senare till vad vi tror att detta innebär.



Figur 42 Effektlogik för FFF. Gula rutor indikerar resultat och effekter i FoU-utförarnas värld, blå rutor effekter på företagen och gröna rutor gemensamma aktiviteter och resultat.

8.3 Effekter för industrin

I detta avsnitt beskriver vi de effekter offentligt finansierad forskning inom friformframställning haft på industrin. I det fåtal fall där så är möjligt, strävar vi efter att särskilja de effekter som härrör från de program som Nutek eller VINNOVA drivit – och de som inte gör det.

Nuteks satsning på insatsområdet PDS beskrivs i IVFs slutrapport som framgångsrik och andas tillförsikt: ”1996 är utbudet av FFF-tjänster stort och tillämpningen av FFF hög i Sverige jämfört med andra europeiska länder. Projektets tidiga satsning på att höja medvetenheten om teknikens möjligheter har haft påtaglig effekt.”¹¹² IVFs satsningar under 1990-talet innebar tveklöst att ett antal företag och personer inom verkstadsindustrin fick upp ögonen för en ny teknik. Den kompetenshöjning som skedde i företagen genom projekt inom PDS – framför allt i form av referenssystem i företag, gruppprojekt och nätverksaktiviteter – ledde till att företagen fick ökad insikt i metoder och koncept. Inte minst innebar aktiviteterna nya och fördjupade kontakter mellan företagen; av flera intervjupersoner beskrivs detta som en tid av pionjärande, där medlemmarna i ett ”FFF-Sverige” utkristalliserades och lärde kände varandra. Till detta bidrog även de nyhetsbrev och den hemsida som IVF ansvarade för att ta fram.

8.3.1 Första ordningens effekter

IVFs information gjorde att industrirelevant kunskap om en ny teknik blev tillgänglig för ett antal verkstadsföretag. IVFs roll var här att agera teknikmäklare. Men man spred inte bara tekniken, utan kopplade samman aktörer med egna erfarenheter. Inte minst viktig var i det här sammanhanget de personer som deltog, vilka som hade vilken sorts utrustning, vilka maskiner som var bra för vilken sorts prototyper etc.

Företagen fick genom dessa aktiviteter en ökad insikt i möjligheterna med den nya tekniken. De nätverk som IVF starkt bidrog till att skapa levde vidare i olika

¹¹² Ibid.

sammanhang och konstellationer. Det framstår som tydligt att institutet fullgjorde sin uppgift på ett utmärkt sätt.

8.3.2 Andra ordningens effekter

Under senare delen av 1990-talet, och i takt med att nya och billigare FFF-utrustningar blev tillgängliga, började det växa upp ett antal småföretag som erbjöd tjänster inom området. Det handlade om maskiner som kunde placeras på kontor, och dessa nya företag var s.k. servicebyråer som erbjöd modelltillverkning på uppdrag. Servicebyråerna drevs i flera fall av personer som fanns med i det nätverk som skapades genom IVFs aktiviteter.

Detta ledde till en förbättrad produktutvecklingsprocess och nya tillämpningar, vilket i sin tur rimligen ledde till nya affärsmöjligheter och nya affärer. Det förefaller logiskt och närmast ofrånkomligt att så är fallet, men det är samtidigt inte möjligt att genom denna studies empiri faktiskt leda i bevis att så faktiskt skett. Många intervjupersoner påpekar att FFF i dag är en teknik som är integrerad i design, konstruktion och prototyp-tillverkning som ett ”verktyg” bland flera; ”i dag tänker ingen på att det är en speciell teknik”, som en person uttrycker det. Och eftersom denna teknik i sig som regel inte har varit eller är kärnverksamhet för många av företagen är det i det närmaste omöjligt att med en rimlig arbetsinsats spåra och värdera betydelsen för dessa företag av just denna teknik.

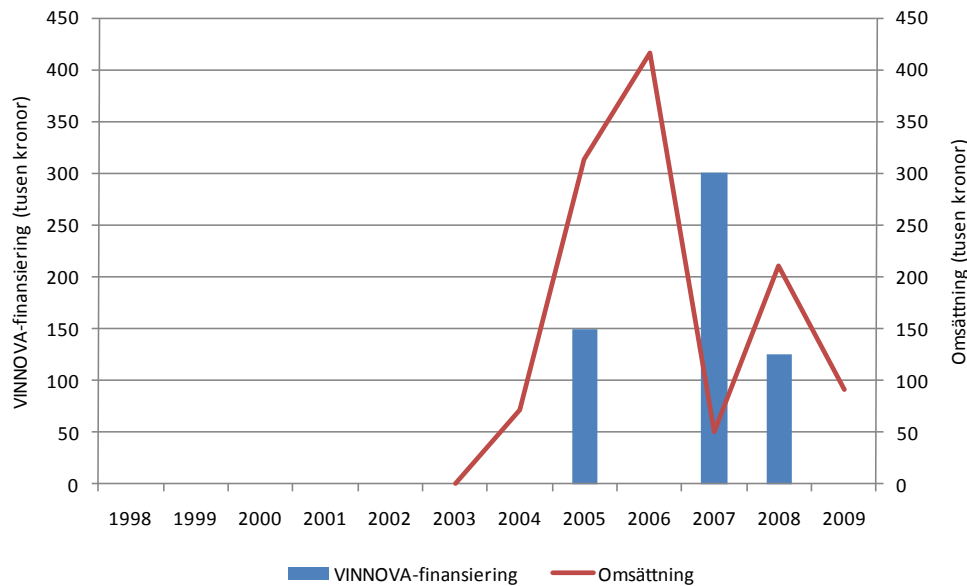
Av de företag som i dag har aktiviteter som går under någon av benämningarna rapid prototyping, rapid tooling, friformsframställning eller FFF som en kärna i sin verksamhet är flertalet tillverkare av produkter för slutlig användning eller av prototyper, medan flera är endast agenter eller distributörer av FFF-produkter. Det rör sig huvudsakligen om SMF, i några fall med endast 2–3 anställda. Det största företaget, Bladhs Plast Bredaryd, har omkring 50 anställda.¹¹³

Av dessa sammanlagt drygt 20 SMF, varav ungefär en tredjedel är agenter eller distributörer utan egen produktion, fanns flera med i de nätverksaktiviteter som IVF bedrev inom PDS. I tre fall kan vi spåra trådar tillbaka till direkta anslag till företagen från Nutek eller VINNOVA, nämligen för Arcam, fcubic och Prototal.

Prototal, som grundades 1998 som spinoff från Electrolux, hade 2008 40 anställda och en omsättning om 68 miljoner kronor. Företagets grundare fanns med i de träffar och det nätverk som IVF byggde upp inom PDS, och Prototal deltog sedan i projektet MEDeFFF, som bedrevs under åren 2002–2004 inom ramen för VINNOVAs program AIS. FFF-relaterad verksamhet utgör 2008 endast ungefär 10% av Prototals totala omsättning, och de medicinska tillämpningarna – ett område företaget kom in på genom deltagandet i AIS-projektet – utgör i sin tur endast ”en tiondels procent” av denna, enligt företagets marknadschef. Medicintillämpningar av FFF är alltså inte något som bolaget kan livnära sig på – ”inte i närheten!”. Deltagandet i MEDeFFF beskrivs av marknadschefen som ett spännande försök inom ett nytt affärsområde, men utfallet för Prototals del av projektdeltagandet blev inte det man hoppats på. Företaget är dock fortsatt aktivt inom denna nisch.

fcubic är, som vi noterat tidigare, en avknoppning från IVF. Företaget startades med hjälp av bidrag från dåvarande Nutek och den maskin som företaget förfogar över än i dag bekostades av Nutek. Företaget har två anställda och har ännu inte påbörjat tillverkning i någon större skala och dess omsättning har varierat kraftigt, se Figur 43. Figuren visar också de anslag som VINNOVA beviljat företaget.

¹¹³ NordicNet – industrins sökmotor, www.nordicnet.se.



Figur 43 fcubics omsättning och anslag från VINNOVA. Källa: VINNOVA.

fcubic har vid två tillfällen sökt medel i VINNOVAs program Forska & Väx, men inte fått sina ansökningar beviljade. För att få pengar från Forska & Väx ska företaget genom investering i FoU stärka sin internationella konkurrenskraft. "Väx" är därmed viktigt, och enligt en handläggare på VINNOVA har fcubic inte på ett övertygande sätt lyckats förklara var tillväxtpotentialen och marknadsbehovet finns; "man har presenterat egenskaperna för affärsnischerna, men inte kunnat identifiera potentiella kunder". Vid det senare tillfället hade därtill ansökan ett stort inslag av stöd för köp av utrustning och maskiner, vilket VINNOVA normalt inte stöder.

Arcam fanns, genom sin grundare och förste VD, med i det tidiga IVF-nätverket. Företaget gör maskiner som tillverkar komponenter i stål och titan, och har nu en nisch för detaljer i titan där man menar att man är "outstanding" på världsnivå. Tekniken man använder kallas electron beam melting (EBM) där en elektronstråle smälter metallpulver med mycket hög precision. Kommersialiseringen av maskinerna började på allvar 2002, och man har under de senaste fem åren hittat intressanta applikationer inom främst ortopedi och flygindustri. Företaget fick exempelvis i december 2008 en order på fyra EBM-maskiner för tillverkning av turbinblad i titanaluminid (låg vikt vid konstruktion av flygplansmotorer).

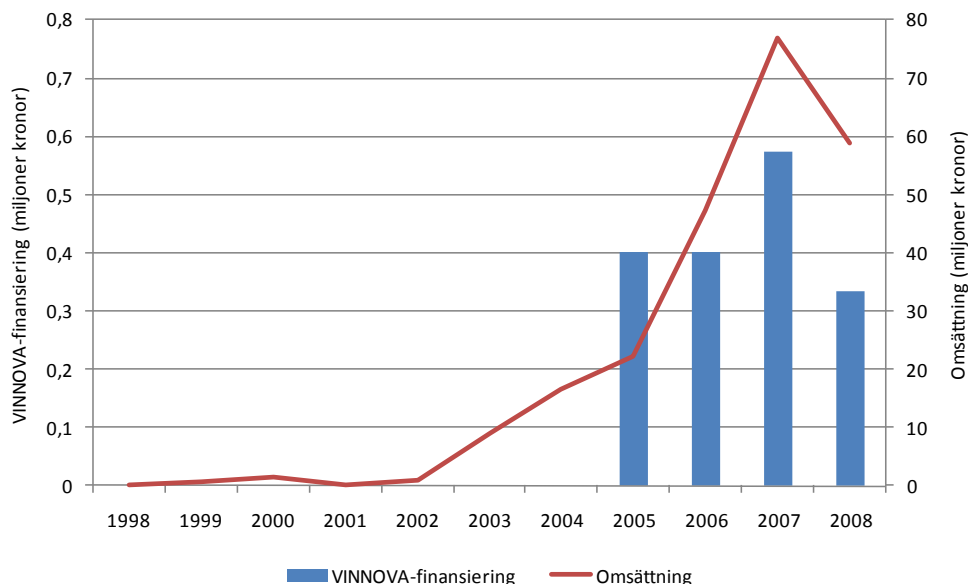
Arcam har vuxit till en framgångsrik internationell aktör bland annat tack vare två VINNOVA-finansierade projekt rörande medicinska tillämpningar av FFF-tekniken, vilka Arcam i bägge fallen var projektledare för. Under 2005–2006 mottog Arcam 700 000 kronor för projektet "Effektiv tillverkning av porösa benimplantat", och under 2007–2008 genomfördes "Porösa implantat steg 2". Fortsättningsprojektet fick Arcam 500 000 kronor för att driva. Bägge projekten genomfördes tillsammans med GU, Integrum och Swerea IVF. Dessa projekt gjorde det möjligt för företaget att våga ta steget in på en ny marknad. Tillsammans med Swerea IVF tog Arcam i ett nästa skede fram en EU-ansökan avseende extraimplantat med lager-till-lagertillverkning. Ansökan föll i ett sent skede, men detta till trots lyckades Arcam ta sig fram till en världsledande ställning för implantat. De kontakter och det kunnande företaget byggt upp var sedan en direkt anledning till att företaget kom med i VINN Excellence Center i Biomaterial och Cellterapi (BIOMATCELL) (vars ansvarige är samme professor vid GU som företaget samverkat med i de två tidigare projekten). Arcam fick under denna tid även medel från Forska & Väx. Enligt uppgift från VINNOVA deltog Arcam några år in på det nya seklet även i ett projekt som leddes av CTH. Projektet visade sig för Arcams del vara en återvändsgränd, eftersom man inte lyckades bemästra den gnistningsteknik man då utvärderade. Detta resulterade i att Arcam bytte teknik, och

det kan möjligen hävdas att VINNOVA genom detta stödde Arcam i dess teknikutveckling genom att företaget tack vare detta projekt kunde utesluta en utvecklingslinje.

Företaget menar att VINNOVAs stöd totalt sett hade en katalyserande effekt, och från Swerea IVF betonas betydelsen av VINNOVA-stöden. Swerea IVFs roll är värd att särskilt nämna vad gäller Arcams i dag framstående position inom medicinska tillämpningar. Swerea IVF var projektledare för VINNOVA-projektet MEDeFFF, och med den kunskap man tillägnade sig genom det projektet gick man vidare med andra satsningar. Det var genom Swerea IVF som Arcam senare erbjöds en möjlighet att tillämpa sin teknik på det medicinska området. Och detta hade företaget inte gjort utan den möjlighet som Swerea IVF presenterade dem.

Arcams VD menar dock samtidigt att företagets framgångar endast delvis är ett resultat av insatser från Nutek och VINNOVA; den externa aktör som betytt mest för företagets utveckling har varit Industrifonden. Industrifonden gick 1999 in med ett lån om 6 miljoner kronor, och det huvudsakliga skälet till detta var att bolaget bytte teknik. En företrädare för Industrifonden beskriver det som att företaget hade en "fullständigt världsledande teknik inom ett område ingen visste vad det skulle vara till i början". Industrifonden gick in i Arcam i tron att "man skulle ta fram formverktyg i stål för att formspruta plastprodukter med konstiga geometrier" för kunder som Volvo och Ericsson. Den vägen visade sig dock inte vara framkomlig, eftersom verktygen var svåra att ta fram, och för att det var för lågt produktvärde i stål. Då företaget gick över till titan öppnade sig nya möjligheter, och fokus skiftades från verkstadsindustrin till implantat och till rymdindustrin. Den stora förändringen skedde 2001, då Arcam fick en ny VD. Industrifonden blev delägare i Arcam, i det att man gick in med upp till 8 miljoner kronor i en nyemission.

Figur 44 visar Arcams omsättning sedan bolagets bildades, och den finansiering företaget fått från VINNOVA. I denna bild saknas de medel som Industrifonden investerat i företaget, och om hänsyn tas till de bidragen utgör bilden ett ganska starkt argument för tesen att Industrifondens stöd betydde mycket för Arcams utveckling. VINNOVAs stöd framstår som viktigt, men först då företaget redan fått en viss volym på verksamheten.



Figur 44 Arcams omsättning och anslag från VINNOVA. Källa: VINNOVA.

FFF är nu en integrerad del av en effektivare produktutveckling och -framställning i svensk tillverkningsindustri. Många företag använder idag tekniken som ett redskap bland andra, men det är baserat på den empiri vi samlat in inte möjligt att belägga om

detta kan kopplas tillbaka till Nutek/VINNOVAs satsningar. Det går naturligtvis inte att bortse från IVFs insatser, vilka rimligen bör ha underlättat spridningen av tekniken, men någon koppling mellan IVFs insatser och det vi kan se idag kan inte ledas i bevis.

8.3.3 Omgivningsfaktorer

De offentliga medel som under den period vi studerar har gått till FFF kommer i det närmaste uteslutande från Nutek och (sedan 2000) VINNOVA. Industrifonden stödde, som vi sett ovan, Arcam i ett tidigt skede, och är nu delägare i företaget. Vi har inte kunnat finna några exempel på att FFF-relaterad FoU varit föremål för uppmärksamhet från program som hanteras av KK-Stiftelsen och SSF. Svenska aktörer har dock erhållit medel från EUs ramprogram, om än i liten utsträckning: Swerea IVF deltog med stöd från VINNOVA i ett projekt inom RP4 och ett inom RP6, och fcubic deltar i RP6-projektet Direct Spare. Volvo Cars har deltagit i EU-projekt via institut i Belgien och Nederländerna. Frånvaron av satsningar på UoH-forskning inom området förefaller inte ha kompenseras av andra aktörer.

8.4 Effekter för FoU-utförare

Inom de fem VINNOVA-programmen vi särskilt studerat och som omfattades av våra två enkäter finns endast ett projekt inom området friformframställning. Till programmen EP och KSP inkom ytterligare sju FFF-relaterade ansökningar, som dock alla avsågs:

- EP: En från var och en av LTU, KTH och Swerea IVF
- KSP: Två från Swerea IVF och en från var och en av LU och KTH

Söktrycket har således varit lågt inom FFF, och ansökningarna till EP och KSP ovan var enligt VINNOVA av låg kvalitet. Nytänkande var ett krav i EP och KSP, något som sökande från FoU-utförare, med undantag för MaH, inte lyckades leva upp till. Projektet som MaH åren 2002–2004 ledde inom EP, ”MUMAT FFF – Utvärdering och modellering av multimateriell friformframställningsteknik”, var ett doktorandprojekt, och doktoranden i fråga arbetar nu efter avlagd examen på Rolls Royce. Projektet gav upphov till ett samarbete i ett senare skede mellan MaH och företagen Arcam och Anordica.

8.4.1 Första ordningens effekter

Av den effektlogik vi presenterade i avsnitt 8.2 framgår att vi inte kunnat påvisa några tydliga effekter på landets UoH som resultat av de insatser som VINNOVA och dess företrädare Nutek gjort inom FFF. Att de offentliga satsningarna inte förefaller ha haft någon varaktig effekt på svenska FoU-utförare beror framför allt på att de nästan inte åtnjuter någon finansiering inom FFF-området. Från KTH-institutionen utexaminerades, så vitt vi kunnat utröna, två doktorer. Dessa var bägge anställda på IVF före och under doktorandtiden. Den ena av dessa disputerade redan 1995, och arbetar sedan dess på Laird Technologies. Den andre disputerade 2004, och är sedan ett par år anställd på NTNU i Norge. Den doktorand som medverkade i projektet MUMAT FFF vid MaH fortsatte sedan till University of Manchester och arbetar i dag, som vi ovan noterat, för Rolls Royce. Enligt uppgift utexaminerades även en licentiat från KTH, men vi saknar uppgifter om var denne befinner sig i dag.

De anslag som Nutek beviljade under 1990-talet, och VINNOVA därefter, har med något enstaka undantag gått till institut (främst IVF) och företag. Det fanns inga parallella aktiviteter eller FFF-relaterade satsningar från dessa eller andra statliga aktörer på högskoleforskningen. Det har därför inte utbildats en rad forskare som nu driver området framåt inom verkstadsindustrin.

Det finns dock ett område där VINNOVA har bidragit till att skapa en stark FoU-miljö med koppling till FFF, och detta gäller medicinska tillämpningar. Inom ramen för AIS koordinerade IVF under åren 2002–2004 projektet MEDeFFF. I detta projekt deltog

fyra universitetssjukhus tillsammans med tioalet företag, däribland det tidigare omnämnda Prototal. MEDeFFF ledde sedan vidare till BIOMATCELL. Detta center började sin verksamhet 2006, och leds av en av de deltagande professorerna vid GU. I BIOMATCELL är för övrigt Arcam ett av de deltagande företagen.

8.4.2 Andra ordningens effekter

Den enda andra ordningens effekt vi funnit bland FoU-utförare är ovan nämnda VINN Excellence Center BIOMATCELL, i vilket FFF för medicinska tillämpningar utgör en del. BIOMATCELL kan spåras tillbaka till ett VINNOVA-projekt, och hade sannolikt inte kommit till stånd utan denna första finansiering från VINNOVA. I likhet med de andra ordningens effekter vi diskuterat för företagens del, kan detta resultat inte härledas till VINNOVAs fem program, men väl till program som täcks in av den bredare 5+-ansatsen.

8.4.3 Omgivningsfaktorer

Vi har tidigare noterat att vi inte kunnat spåra några satsningar inom detta område från andra forskningsfinansiärer i landet. De personer vi pratat med påpekar att det i stort sett endast varit Nutek och VINNOVA som har finansierat FFF-relaterad FoU, och även de har alltså gjort det i relativt liten omfattning. Några intervjupersoner menar också att FFF är fortsatt intressant för FoU-utförare i flera andra europeiska länder, som exempelvis Tyskland, Belgien och Finland. I Tyskland har FFF enligt en intervjuperson varit ett hett forskningsområde sedan 1990-talet, med forskningsutförare som Fraunhofer-instituten. Flera andra europeiska länder har alltså fortsatt investera i forskning inom området, något som man alltså i stor utsträckning inte gjort i Sverige. Sverige importerade en ny och intressant teknik – men vidareutvecklade inom forskningen inte kunnandet i samma utsträckning som i flera andra länder.

8.5 Sammanfattning

Berättelsen om Nuteks och VINNOVAs finansiering av FFF-relaterad verksamhet är i stor utsträckning berättelsen om en tämligen omfattande satsning på teknikspridning via huvudsakligen en FoU-aktör. De långsiktiga effekterna av den teknikspridning Swerea IVF ägnade sig åt förefaller vara relativt små, eller åtminstone svåra att tydligt attribuera till det vi ser idag. En annan indikator på att det förhåller sig på detta sätt utgörs av svarsfrekvensen på våra två enkäter. Endast sex industrirespondenter identifierat sina projekt som FFF-relevanta (d.v.s. 4% av de som besvarat enkäten), och i enkäten till projektledare vid UoH och institut är det endast en respondent som betecknar sitt projekt som FFF-relevant. Vi sluter oss till att den utveckling av FFF-tekniken som skett i Sverige har skett vid sidan av VINNOVAs fem program, och att den endast till viss del täcks in av den utvidgade 5+-ansatsen.

IVF spelade i ett tidigt skede, med medel från Nutek, en viktig roll som teknikspridare och mäklare. Svenska användarföretag gjordes genom IVFs insatser tidigare uppmärksamma på tekniken. IVF spred inte bara tekniken, utan kopplade samman aktörer med egna FFF-erfarenheter. Detta hjälpte enligt flera intervjupersoner till att tidigarelägga införandet av FFF på bredare front i Sverige med ett par år. När sedan Nuteks ursprungliga kunskapsspridningsprogram tog slut var möjligheterna till ytterligare offentlig finansiering av FFF-relaterat arbete få. Frågor som kan ställas är om detta innebar ett olyckligt brott i en framgångsrik utvecklingskedja, om området kunde betraktas som "färdigutvecklat" (men FoU utförs fortsatt i andra länder) eller om det teknikmåkande som IVF hade stått för borde ha kompletterats eller ersätts av andra instrument.

Det som är slående är att aktörer som varit delaktiga i FFF-teknikens framväxt och utveckling i landet ofta minns de stora dragen i skeendena på likartat sätt – men att deras slutsatser blir så olika. En dåvarande programledare vid IVF menar att de offentliga stöden, i detta fall från Nutek, "hjälppte till att tidigarelägga införandet i

Sverige på bred front med ett par år, minst. Att hitta en ny teknik är en sak, men den hopkoppling och teknikspridning vi kunde göra med hjälp av Nuteks pengar var viktig. För att komma till insikt måste man höra att andra gjort det.” En representant för ett av de företag som växte fram under denna period menar å sin sida att de offentliga medlen ”nog inte spelat någon stor roll för utvecklingen av området”, och en representant för ett annat företag menar mer kategoriskt att Nuteks och sedermera VINNOVAs bidrag inte haft någon betydelse alls.

Till del finns det i detta givetvis ett element av efferationalisering och kanske också ett behov av att framställa den egna insatsen i bästa möjliga dager. Men det har kanske framför allt att göra med ur vilket perspektiv man betraktar historien. Personer som å sitt företags vägnar var tidigt ute med att pröva tekniken har förvisso ingen anledning att förstora Nuteks eller IVFs roll i utvecklingen, medan personer på IVF som var delaktiga i att i ett tidigt skede sprida kunskap om tekniken å sin sida ser det man gjorde som centralt. Ett exempel på detta är när en av de personer som från IVF drev på utvecklingen under 1990-talet påpekar att IVF hade ett antal projekt från VINNOVA som var långsiktiga, men att institutets fortsättningsansökningar inte beviljades. Denne person menar att det är ett ”jätteproblem” att VINNOVA (och tidigare Nutek) släpper sina satsningar för tidigt.

En tidigare programledare på IVF säger i en mer självkritisk ton att institutet borde vara starkare på det här området i dag än vad man faktiskt är, och frågar sig om det kan bero på dålig försäljningsförmåga från institutets sida. I länder som USA, Tyskland, Belgien och Finland har man gått vidare från den plattform IVF och Sverige befann sig på kring millennieskiftet, mot FFF som produktionsmetod. I Tyskland har man mer än i andra länder genom experimentmaskiner kopplat produktionstekniken till forskning. Han tror att ”vi på IVF misslyckades med att föra fram budskapet till VINNOVA”. En annan IVF-are menar att det beror på sättet som de statliga insatserna fungerar på; ”De slår sönder kompetensuppbyggnaden på instituten – plötsligt ska man vara expert på en sak, nästa dag expert på något annat. Och det klarar instituten naturligtvis inte av.” Mot detta ska då ställas utsagor från industrin om att FFF-tekniken i dag är en naturlig och närmast vardaglig del av verksamheten. För prototypstillverkning används FFF inom hela verkstadsindustrin, och det är företag emellan som utvecklingen fortsatt. Endast undantagsvis kan vi finna mer direkta kopplingar mellan dessa företag och satsningar från Nutek och VINNOVA. I dag ser vi mer direkta resultat av VINNOVAs satsningar huvudsakligen vad gäller medicinska tillämpningar.

Hur kan då denna relativa frånvaro av effekter av Nuteks och VINNOVAs satsningar förklaras? En förklaring kan vara att insatserna inte gjordes i förhållande till en kritisk massa, och det saknades uthållighet i finansieringen. Detta är ett argument som framförs av flera intervjupersoner, och då framför allt de som hade en nära relation till IVFs satsningar under 1990-talet och tidigt på 2000-talet. (Citatet i stycket ovan är ett exempel på denna syn.) Ett par personer diskuterar frågan i termer av att det som saknas är en motor för att skapa lönsamma nya företag i Sverige, och man skulle vilja se ett system som går från UoH, via institut, affärsänglar och kompetent rådgivning till bärkraftiga företag. ”På medicintekniksidan finns spår av det, men i övrigt saknas det på den svenska kartan”, säger en intervjuperson med insikt i detta, och påpekar att ett sådant system bör vara parallellt snarare än seriellt.

Det kan också konstateras att de satsningar på FFF som gjordes under ”pionjärtiden” på 1990-talet var mycket fokuserade på teknikspridning och nätverksarbete. Det fanns inget parallellt utvecklingsspår med FoU-projekt vid landets lärosäten eller institut. Således ägde ingen omfattande examination av licentiater och doktorer rum och det finns därför så vitt vi kunnat utröna endast en forskarutbildad inom FFF-området som arbetar inom svensk tillverkningsindustri. Avsaknaden av industrinära FoU inom FFF betyder också att företagen inte fortsatt kompetensutvecklats genom offentliga FoU-insatser.

En sista observation är att FFF-tekniken alltså är implementerad och etablerad inom svensk verkstadsindustri, även om den inte levt upp till pionjärtidens förhoppningar

om att kunna producera komponenter med goda mekaniska egenskaper. Det är en teknik bland andra, och inget som man söker specialutbildad personal för att hantera. I flera av de stora industriföretagen är detta en utveckling som har skett internt. För företag som exempelvis Volvos personvagnsdivision var Nuteks och VINNOVAs satsningar, främst genom IVF, av liten eller ingen betydelse; företaget identifierade området som potentiellt intressant, och drev utvecklingen helt internt. Samma sak skedde med Electrolux.

9. Industriell IT

Industriell IT är ett mycket brett och närmast allomfattande begrepp, eftersom IT används i alla tänkbara industriella tillämpningar. Varje försök att här räkna upp de vanligaste tillämpningsområdena skulle sannolikt gå att kritisera för att inte vara rättvisande eller balanserat, varför vi väljer att avstå. VINNOVA har dock delat in industriell IT i produktframtagningssammanhang i två områden:¹¹⁴

- Användning inom produktion och produktionsstyrning där bland annat mätning, mätsystem, sensorer, kontinuerlig övervakning och styrning, spårbarhet, säkerhet och nya metoder för ökad produktivitet är aktuella områden.
- Användning inom utvecklingsstadiet i framtagningen, där till exempel visualisering, modellering, simulering och verifiering är naturliga områden.

Även om vi hade valt att avgränsa denna delstudie till industriell IT i produktframtagningssammanhang hade vi dock sannolikt tagit oss tagit oss vatten över huvudet, eftersom området även med en sådan avgränsning är oerhört omfattande och sannolikt självt skulle ha krävt en studie av denna omfattning för att kunna göras rättvisa. Som inledningsvis nämndes i kapitel 0, föregicks också avgränsningen av denna delstudie av avsevärd vanda. I dialog med VINNOVA beslöts till sist att avgränsningen skulle göras efter två riktlinjer:

- Geometrisäkring, vilket här avser alla aktiviteter som syftar till att minimera effekterna av geometrisk variation i färdig produkt
- IT-stöd för tillverkningsprocesserna formning, skärande bearbetning, värmebehandling och fogning (hädanefter kallat "IT process")

Dessa avgränsningar, där den förra till del kan ses som en delmängd av den senare, gjordes framförallt mot bakgrund av VINNOVAs insikt i vilken typ av FoU-projekt som inryms inom de fem VINNOVA-program som denna studie främst försöker spåra effekter av. Fördelen med dessa avgränsningar är att de skapar ett någorlunda "greppbart" objekt med ett överblickbart antal FoU-utförare, vilket innebär en möjlighet att i datainsamling och analys gå på djupet och därmed kunna identifiera relevanta effekter. Nackdelen är givetvis att vi inte på något vis tecknar historien för hela området industriell IT och därmed med säkerhet går miste om ett flertal "success stories". Vi tror inte desto mindre att den historia vi nedan tecknar ger värdefulla insikter i väsentliga skeenden inom delar av industriell ITs utveckling och offentliga FoU-finansierings roll i denna. Det kan här vara på sin plats att påminna om att "det huvudsakliga motivet till denna effektanalys var att skapa förståelse för **på vilket sätt** VINNOVAs och dess företrädares insatser resulterat i effekter och **av vilket slag** dessa effekter är" (jmf avsnitt 1.1). Avsikten är således inte nödvändigtvis att göra området industriell IT "rättvisa" genom att teckna hela områdets historia och utveckling. **Vi gör sammanfattningsvis alltså inga som helst anspråk på att i denna delstudie omfatta hela området industriell IT utan endast ett utsnitt av ett mycket stort område.**

I det följande redovisar vi först översiktligt varför IT är av industriellt intresse, varpå följer bakgrundsbeskrivningar av hur områdena geometrisäkring och IT process vuxit fram, samt hur den offentliga FoU-finansieringen sett ut. Huvuddelen av kapitlet ägnas sedan åt en översikt över resultat av finansieringen och åt mer ingående beskrivningar av första och andra ordningens effekter, dels för industrin och dels för FoU-utförarna.

¹¹⁴ "Utlysning 2004 i VINNOVAs kunskapsplattform Effektiv Produktframtagning Steg 1", VINNOVA, april 2004.

9.1 Bakgrund

Orsakerna till varför den tillverkande industrin på bred front kommit att anamma IT är flera. Den övergripande drivkraften för varje företagsledning är att upprätthålla eller helst öka företagets lönsamhet. Detta kan åstadkommas genom att minska utvecklingskostnaderna, minska produktionskostnaderna och att öka förädlingsvärdet i produkterna så att de går att sälja till ett högre pris. Mycket nära knutet till detta är möjligheten att snabbare kunna utveckla och producera nya produkter med lägre grad av efteranpassning eller kassation av produkter som inte uppfyller kvalitetskriterierna. I samtliga dessa avseenden (och en hel mängd onämnda) har IT med tiden visat sig möjliggöra oerhört stora effektivitets- och lönsamhetsvinster. Det omfattande införandet av IT i samhället har också stimulerat en globalisering som innebär en konkurrenssituationen där ett företag kontinuerligt måste hänga med i utvecklingen – eller gå under. Facits undergång 1972 kan i detta sammanhang få tjäna som övertydligt exempel på hur snabbt undergången kan komma för det företag som inte förmår vara del i (eller ta del av) utvecklingen inom IT.

Kraven på snabbhet i produktförnyelse, upprampning av produktion, omställning av produktionsapparat m.m. med bibehållen eller ökad produktkvalitet accelereras vidare av att tidsintervallet som produkter kan säljas till fullt pris blir allt kortare. Detta innebär att samtliga delprocesser måste genomföras allt snabbare, allt mer tillförlitligt och till allt lägre kostnad samt att kopplingen mellan marknad, produktutveckling och produktion måste göras utan tidsspillan. Samtidigt inkorporeras nya funktioner i produkterna, ofta baserat på integrerade IT-system. Införandet av IT-baserade processer och verktyg för design, beräkning, modellering, simulering och informationshantering har möjliggjort allt kortare ledtider och har bidragit till ökad kvalitet i såväl produktframtagningens olika stadier som i själva produkterna. Genom att ersätta fysiska prototyper med virtuella prototyper har såväl ledtid som kostnad i utvecklingsarbetet kunnat minskas dramatiskt. IT-baserade tillverkningslinjer med kontinuerlig processövervakning och allt mer avancerade adaptiva styrsystem har resulterat i högre tillförlitlighet och produktkvalitet, vilket därmed har ökat produktiviteten som helhet. Övergången till datorstyrd tillverkningsutrustning har vidare inneburit en ökad flexibilitet och har möjliggjort att olika produkter under vissa betingelser kan tillverkas efter varandra i samma produktionslinje.

En oerhört komplex utmaning i dessa sammanhang är kraven på en allt tätare integration och samverkan mellan design-, konstruktions- och tillverkningsprocesserna, där mycken tid och effektivitet alltfört går förlorad. Inte desto mindre har svensk tillverkningsindustri under de senaste decennierna visat sig mycket framgångsrik i att ständigt höja sin produktivitet. Ser vi endast till det senaste decenniet (för vilket det finns lättillgänglig statistik) fortgår denna utveckling; Figur 7 visar att tillverkningsindustrins samlade omsättning fortsätter att öka medan antalet anställda är konstant eller minskar. Mellan 1997 och 2007 ökade omsättningen per anställd med hela 46%, trots en mellanliggande lågkonjunktur, vilket är en kraftfull illustration av produktivitetsökning. En del av denna ökning har helt säkert sin grund i ett ökat användande av IT-lösningar, men hur stor del är naturligtvis omöjligt att säga. I vilket fall som helst kvarstår stora utmaningar, vilket motiverar fortsatta satsningar på utveckling och införande av IT-lösningar i tillverkningsindustrin.

9.1.1 Geometrisäkring

Under 1970-talet utvecklades CAD-tekniken för digitalt baserad design och tekniska konstruktionsritningar. I början användes tekniken uteslutande för att försöka efterlikna handritade konstruktionsritningar och den var då begränsad till två dimensioner (2D). I början på 1980-talet utvecklades toleransanalyser som ett viktigt led i att få de olika delarna av en slutprodukt att passa ihop så att de uppfyllde toleranskraven. Detta gjordes till en början manuellt i enkla kalkylark baserat på redan utvecklade tumregler. Toleransberäkningarna gjordes i slutfasen av designskedet, innan produkten skulle tillverkas och utgick från kraven på slutprodukten. Detta kunde leda till tidsödande ändringsarbeten innan man hade en produkt som fyllde

toleranskraven. I takt med ökad konkurrens och allt kortare tider för produktutveckling samt högre krav på kvalitet och precision i slutprodukterna, inte minst inom bilindustrin, efterfrågade företagen bättre metoder för beräkning och visualisering av toleranskedjor och för tredimensionell (3D) geometrisäkring redan på designstadiet.

I Sverige var det först och främst inom Nutek-programmet ITV som FoU kring geometrisäkring utvecklades. Liknande FoU bedrevs utomlands, men med en snävare inriktning än vad de svenska företagen då önskade. Det var i samarbetet med Volvo PV som forskare vid CTHs dåvarande institution för Maskinkonstruktion (numera Produkt- och produktionsutveckling (PPU)), IVF samt Institutet för tillämpad matematik (ITM, som senare gick upp i Fraunhofer–Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics (FCC)) identifierade ett behov av förbättrade verktyg för tredimensionell geometrisäkring. Målet var att utveckla metoder, hjälpmedel och informationsflöden som minimerar effekten av geometrisk variation i en sammansatt produkt, med ökad kvalitet och minskad produktframtagningstid som följd.

Eftersom PPU och IVF hade kompletterande kompetenser, PPU inriktad på toleransanalyser och IVF på databaser och nätverk, var det naturligt att skicka in en gemensam ansökan till ITV. Dessutom fanns en naturlig länk mellan IVF och PPU genom Rikard Söderberg, som hade gjort sitt examensarbete åt IVF. Efter avslutad doktorsexamen arbetade han ett par år med beräkningssimuleringar åt företaget Prosolvia innan han återvände till CTH. Inom ramen för ITV-projektet ”3D Tolerance Management”, vilket under lite olika namn löpte under hela ITVs livstid, utvärderades alla CAD/CAM-plattformar som fanns tillgängliga på marknaden. Man identifierade en viktig lucka i strävan efter att åstadkomma robusta konstruktioner genom simulering av dimensionsvariationer i tidiga konceptfaser, vilken forskarna tätade med simuleringens programvaran RD&T som togs fram inom gruppen. Programvaran hjälper till att ”göra rätt från början” och på så sätt minska den kritiska utvecklingstiden, och därmed kostnaden, för nya modeller. Eftersom Volvo PV inte ville köpa programvaran direkt från CTH grundades bolaget RD&T Technology AB för att hantera licenser och utbildning, främst för fordonsindustrin. Företaget har vidareutvecklats och marknadsför numera programvaran RD&T även till andra företag som Volvo LV, Saab Automobile, Ericsson, Geometrics, Caran, Semcon, Volkswagen, Audi, Pininfarina, Lear Corporation m.fl. Idag använder sig uppskattningsvis minst ett par hundra personer av programvaran. Programvaran erbjuder möjlighet att vidareutveckla lovande FoU-resultat längre än till demonstratornivå, vilket skapar konkreta industriella samarbetsmöjligheter.

Utöver programvaran RD&T utvecklades genom samarbetet mellan CTH, IVF och FCC en demonstrator för lagring och hantering av geometriska mätdata (Dimensional DataBase System (DDBS)) som Swerea IVF ansvarar för. RD&T och DDBS är kompatibla och kompletterar varandra, men är inte beroende av varandra. DDBS tillgodoser olika användares behov av effektivare verktyg för analys av mätdata. Målet med databasen var främst att hjälpa SMF som inte har möjlighet eller resurser att utveckla egna databaser för lagring av mätdata. Programmet är ett öppet verktyg vilket innebär att man kan komma åt mätdata med Excel och liknande program. Idag använder även stora företag som Volvo LV programvaran. FCCs roll i utvecklingen av DDBS var framförallt att utveckla beräkningsmetoder och algoritmer som sedan kunde användas i PPU:s simuleringar.

Med hjälp av ITV-anslagen och senare även andra anslag från Nutek och VINNOVA samt också genom ProViking, har CTH-gruppen under tolv år kunnat fokusera helt och hållet på FoU inom geometrisäkring. Idag ingår geometrisäkring i Wingquist Laboratory Excellence Centre for Efficient Product Realization (ett VINN Excellence Center). Samarbetet med FCC, som deltar i Wingquistlaboratoriet, har bland annat lett till vidareutveckling av tillämpningar till ett område som benämns banplanering. Samarbetet med Swerea IVF har som nämnts varit en viktig faktor för utvecklingen av geometrisäkring. Konstellationen CTH, FCC och Swerea IVF har fortsatt att söka gemensamma anslag och har på detta sätt vidareutvecklat en stark regional FoU- och

innovationsmiljö med kritisk massa inom geometriseringsområdet. Vilken part i konstellationen som agerar projektledare i denna konstellation bestäms från projekt till projekt beroende på vem som så att säga äger frågan. Målsättningen med projekten är att man löser problemen gemensamt och utgår från att forskningen skall leda till industriellt fungerande teknik samtidigt som det ska finnas ett innovationselement.

Idén till ett forskningscentrum inom produktionsområdet initierades för övrigt av CTH-gruppen tillsammans med FCC och IVF redan under slutet av 1990-talet, men inte förrän 2001 hade man definierat ett hållbart område med inriktning på produktion och produktionssystem som använder sig av IT-system. Under perioden 2001–2003 lyckades man skapa ett intresse hos företag med motiveringen att söka pengar från SSF. Den förväntade utlysningen uteblev dock, och man sökte och erhöll istället ett VINN Excellence Center. Sedan 2006 ingår detta VINN Excellence Center i det sedan tidigare etablerade Wingquistlaboratoriet, men centret har en egen styrelse. Produktionsteknik, med Rikard Söderberg i spetsen, har dessutom utsetts till ett av CTHs viktiga framtidsområden och identifierades 2009 som ett strategiskt forskningsområde, vilket under 2010–2014 planeras erhålla 101 miljoner kronor av de 1,3 miljarder kronor som regeringen 2008 avsatte till strategiskt viktiga områden i Forsknings- och innovationspropositionen "Ett lyft för forskning och innovation".

9.1.2 IT process

Något godtyckligt kan det område vi i denna delstudie kallat IT process sägas omfatta alla tillverkningssteg från ett råämne, exempelvis en plåt, till en färdig sammansatt produkt, såsom en bil. Utan att göra anspråk på att räkna upp alla ingående processteg eller metoder, innefattar således detta område formande bearbetningstekniker som pressning och valsning, skärande bearbetningstekniker som fräsning och svarvning, värmebehandlingsmetoder som glödgning och härdning, samt fogmetoder som svetsning och nitning. Med tanke på att huvudrubriken för denna delstudie är industriell IT, ligger fokus naturligen på IT-användning i dessa processteg. Denna IT-användning skulle kunna vara inriktad på processtyrning och -kontroll, men med tanke på de fem programmens fokus har den FoU som genomförts i hög grad inriktats på modellering och simulering av olika processteg, även om flera projekt också varit inriktade på experimentell verifiering av numeriska resultat. Som torde framgå, ingår geometrisering till del i denna breda definition av detta delområde.

Den långsiktiga målsättningen med att modellera olika tillverkningssteg är att kunna simulera hela tillverkningsprocessen "från ax till limpa", för att kunna eliminera den typ av komplikationer som oundvikligen uppstår när en komplicerad produkt ska sättas samman från en mängd olika komponenter som i sin tur ofta är sammansatta av delkomponenter (och så vidare). Sådana komplikationer kan exempelvis bestå i att en komponent inte har tillräcklig hållfasthet för att dess materialegenskaper förändrats av något processteg eller att en pressad komponent återfjädrar så att den inte har exakt den form den egentligen ska ha och därmed inte passar ihop med andra komponenter (geometrisering). Kan sådana komplikationer undvikas (eller i alla fall reduceras) är mycket vunnet i tid och pengar.

Det finns idag ett stort antal modeller och mer kompletta simuleringsverktyg som mer eller mindre verklighetstroget simulerar verkliga processteg. De forna tumreglerna för exempelvis hur man ska kompensera för återfjädring av pressad plåt ersätts efterhand av allt mer raffinerade IT-verktyg som baseras på modellering av fysikaliska skeenden. Exempelvis hur en komponent bör fixtureras under svetsning och vilken svetssekvens som ska användas så att komponenten bibehåller sin form. Men visionen om att sålunda kunna simulera hela tillverkningsprocessen förblir tills vidare en dröm. Dagens verklighet kräver ett betydande mått av handpåläggning för att kunna utnyttja en rad olika och ofta inkompatibla simuleringsverktyg. Den sekventiella simulering som nu tillämpas kommer helt säkert att så småningom ersättas av mer integrerade simuleringsystem, men målet är ännu långtifrån nått.

9.1.3 Offentliga satsningar inom industriell IT

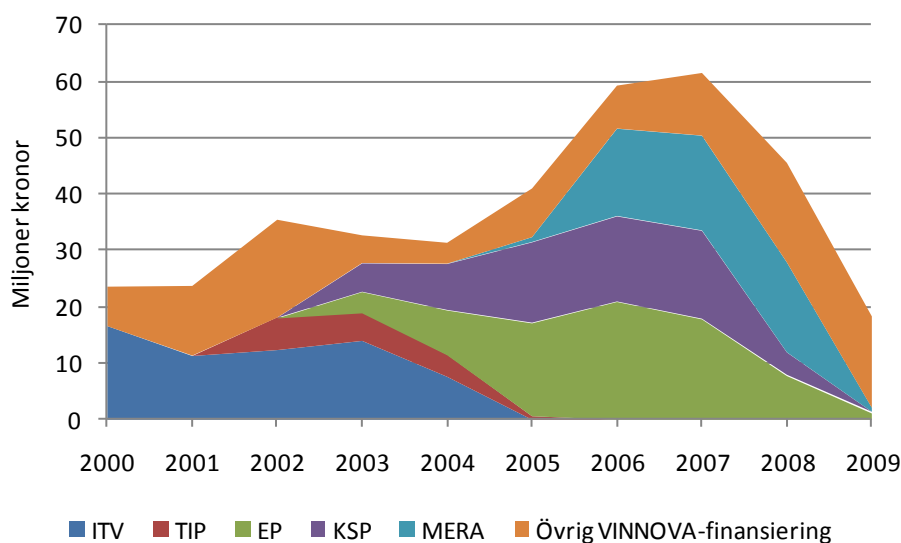
Industriell IT har funnits med i alla VINNOVAs satsningar på tillverkningsindustrin och sträcker sig långt tillbaka in i Nutek- och STU-tiden (jmf. Figur 16). I ITV skapades dock för första gången ett specifikt program som syftade till att öka den svenska verkstadsindustrins globala konkurrenskraft genom utveckling av processövergripande system och metoder baserade på användning av moderna IT-hjälpmiddel. Målet var att åstadkomma en påtaglig effektivisering och ökad snabbhet i industrins processer. Programmets ambition var att skapa ett nära samarbete mellan industri och forskare från UoH i syfte att förbättra verkstadsindustrins produkter och processer genom ett mer strategiskt utnyttjande av IT, speciellt för hantering av produktrelaterad information. Mer strategisk användning av IT innebar också att användarnas inflytande och lärande måste beaktas. Programmet var i första hand avsett för seniora forskare snarare än för doktorander.

TIP inriktades på liknande frågeställningar som i ITV, men med större fokus på de enskilda processerna. Ett av delområdena i EP fokuserade specifikt på industriell IT, inklusive simulering och modellering. I KSP och MERA löpte industriell IT som en röd tråd genom alla delområden och domäner. Även andra av Nuteks och VINNOVAs program, främst ffp, NFFP, kompetenscentra, VAMP och AIS (jmf. avsnitt 3.2), har haft stor betydelse för utvecklingen.

Det är dock långt ifrån bara Nutek och VINNOVA som genomfört större satsningar inom området. SSF drev forskarskolorna ENDREA, som handlade om produktutveckling, och PROPER, som handlade om produktionsteknik. Inom ENDREA var 75 forskarstuderande och inom PROPER 48 forskarstuderande aktiva; av dessa återfanns uppskattningsvis 45% i det privata näringslivet och 31% vid UoH.¹¹⁵ I många fall har forskarstuderande inom dessa forskarskolor engagerats som deltagare i projekt inom ITV. Även SSFs program ProViking 1 har spelat en viktig roll i områdets utveckling och har finansierat ett stort antal forskarstuderande. Detta program har fått en efterföljare i ProViking 2. Mot bakgrund av det mycket stora antalet forskarstuderande inom produktutveckling och produktionsteknik som finansierats av SSF är det ofrånkomligt att stiftelsens insatser inom industriell IT haft stor inverkan på de effekter vi kommer att diskutera senare i detta kapitel. KK-stiftelsens program ProDesign innehåller också olika aspekter av industriell IT. EUs ramprogram har vidare haft stor betydelse för områdets utveckling i Sverige. Ända sedan RP3 har det funnits FoU av relevans för industriell IT inom såväl IKT-prioriteterna som inom de material- och tillverkningsrelaterade prioriteterna, och det svenska deltagandet har varit omfattande (jmf. avsnitt 6.1).

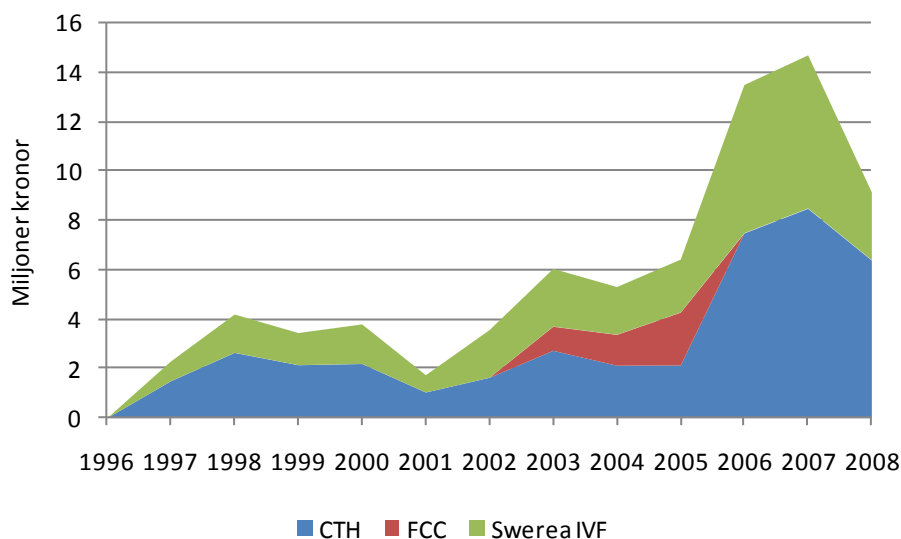
Figur 45 visar VINNOVAs FoU-finansiering av industriell IT inom de fem program som denna studie särskilt inriktas på, liksom annan VINNOVA-finansiering till samma projektledare som erhållit anslag från de fem programmen. Notera att VINNOVA säkerligen finansierat ytterligare FoU inom industriell IT, alltså utöver vad som framgår av denna figur, men då till andra projektledare än de som erhållit anslag inom de fem programmen.

¹¹⁵ J. Fahleson, "Hur gick det sedan? En uppföljning av forskarstuderande inom 55 SSF-finansierade forskningsprogram, startade åren 1996–2000", SSF-rapport nr. 4.



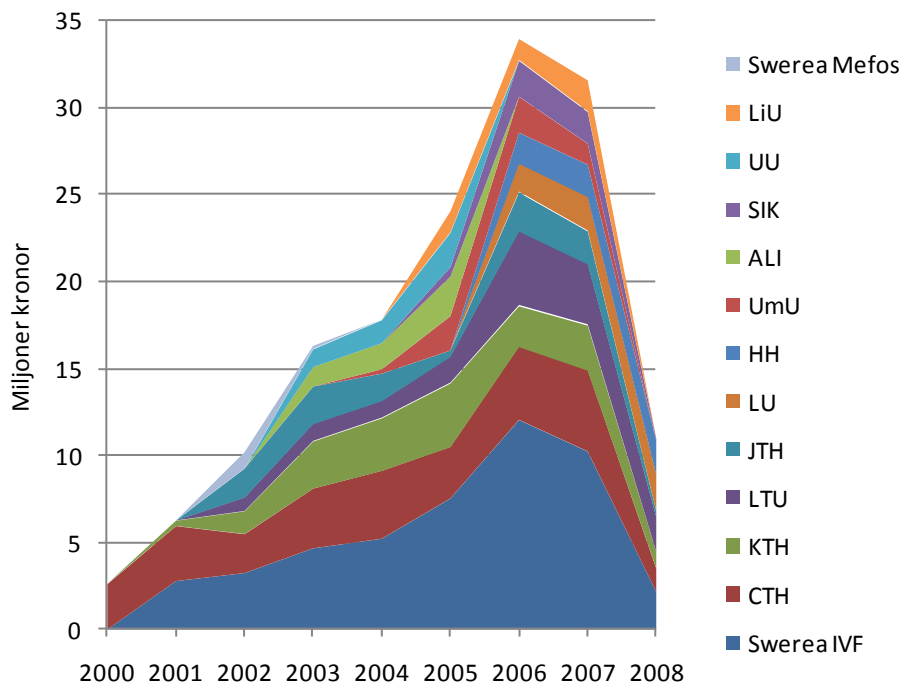
Figur 45 VINNOVAs FoU-finansiering av industriell IT inom de fem programmen samt övrig finansiering till projektledare som erhållit anslag från dessa fem program.

Figur 46 visar den del av Nuteks och VINNOVAs FoU-finansiering inom de fem programmen som gått till FoU inom geometrisäkring vid CTHs dåvarande institution för Maskinkonstruktion, numera PPU, Swerea IVF samt FCC. Andelen av VINNOVAs FoU-finansiering av industriell IT inom de fem programmen som gått till FoU inom geometrisäkring har ökat kraftigt under perioden 2000–2008. Linjär regression ger vid handen att andelen dubblats från drygt 10% 2000 till drygt 20% 2008.

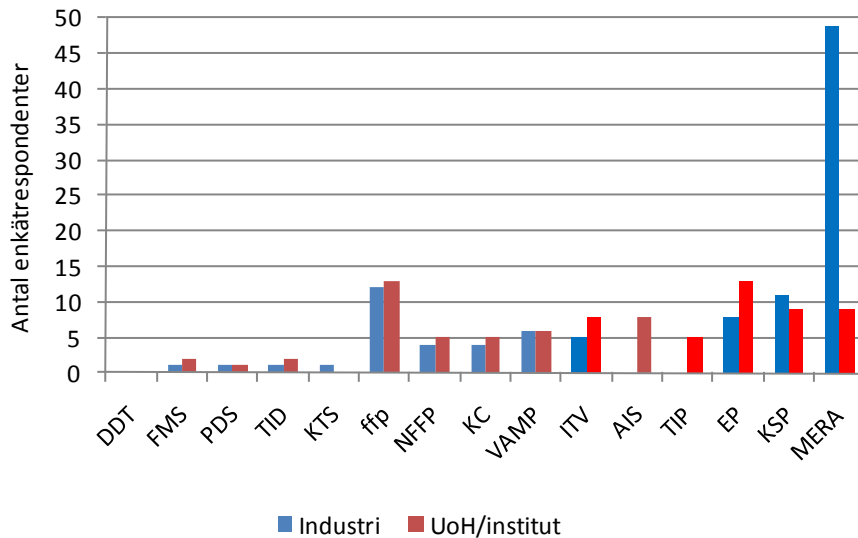


Figur 46 Nuteks och VINNOVAs FoU-finansiering inom geometrisäkring.

Figur 47 visar på motsvarande sätt VINNOVAs anslag till projekt inom IT process. Figuren illustrerar också att anslagen fördelats på minst 13 olika FoU-utförare, samtidigt som det bör noteras att anslagen till CTH, KTH och LTU har fördelats på mer än en institution. Bilden för dessa lärosäten är alltså mer splittrad än vad som framgår av figuren. Motsvarande gäller sannolikt också Swerea IVF som i detta avseende antagligen bör betraktas som mer än en FoU-miljö.



Figur 47 VINNOVAs FoU-finansiering inom IT process. Notera att ordningen i teckenförklaringen är densamma som i figuren (nerifrån och upp).



Figur 48 Antal enkätrespondenter som deltagit i projekt relaterade till industriell IT som deltagit inom respektive program.

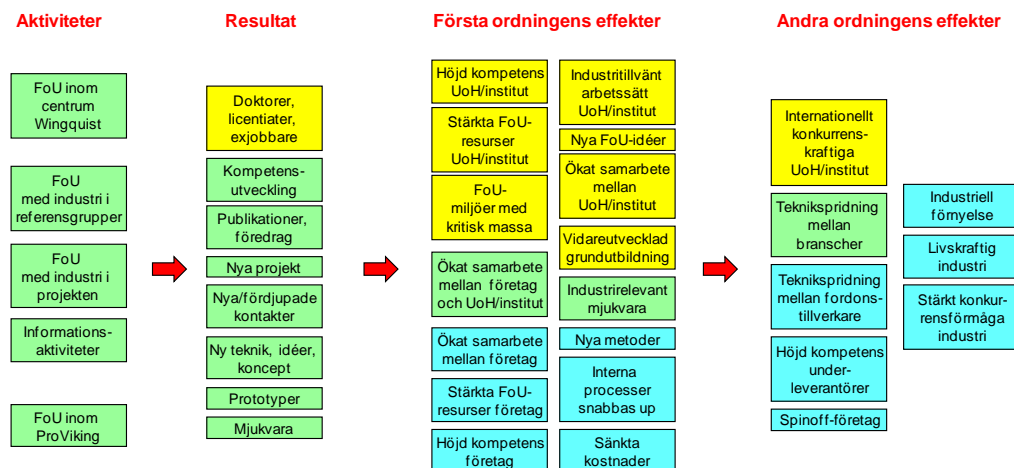
I kapitel 4 redovisades de övergripande resultaten från de enkäter som skickades ut till projektledarna vid UoH och institut samt till industrideltagarna. I detta kapitel analyserar vi endast de resultat som kan kopplas till respondenter som medverkat i projekt relaterade till industriell IT. Figur 48 visar enkätrespondenternas deltagande i Nutek- och VINNOVA-program. Programmen är i figuren ordnade i tidsordning, d.v.s. de program som befinner sig till vänster startade tidigare än de som befinner sig till höger. Resultaten antyder att FoU-utförarna har funnits med i samtliga program medan industrin främst har medverkat i senare program, vilket beror på att de tidigare programmen hade betydligt svagare industrikoppling där företag tenderade

att delta i referensgrupper, vilket var fallet i bl.a. ITV och TIP, medan EP, KSP och i synnerhet MERA hade ett uttalat deltagande från industrin. Det är först i och med ffp som FoU inom industriell IT förefaller bli mer frekvent förekommande i projekten och samtidigt industriellt relevant, vilket har sin grund i en ny programstrategi (jmf. avsnitt 3.2.2). Denna tentativa slutsats ska dock inte övertolkas, eftersom respondenterna alla deltagit i något av de fem senare programmen. Det kan således finnas flera projekt relevanta för industriell IT även i tidigare program.

Motiven till företagens medverkan i de fem programmen är enligt enkätsvaren först och främst önskan om tillgång till ny teknik, men även kompetensutveckling av personal, ökad anpassningsförmåga i industriella processer inom företaget, samt kompetensförsörjning (jmf. Figur 21 som dock visar resultaten för alla industrirespondenter). Tillsammans har dessa program skapat förutsättningar för en långsiktig kompetensuppbyggnad inom industriell IT. Enligt enkätrespondenterna från UoH och institut bygger 52% av projekten inom de fem programmen vidare på tidigare projekt som helt eller delvis finansierats genom offentligt stöd. De vanligaste finansieringskällorna som anges är ProViking och VAMP, men även KTS, FMS, ffp, EU, TID, ENDREA och PROPER.

9.2 Effektlogik

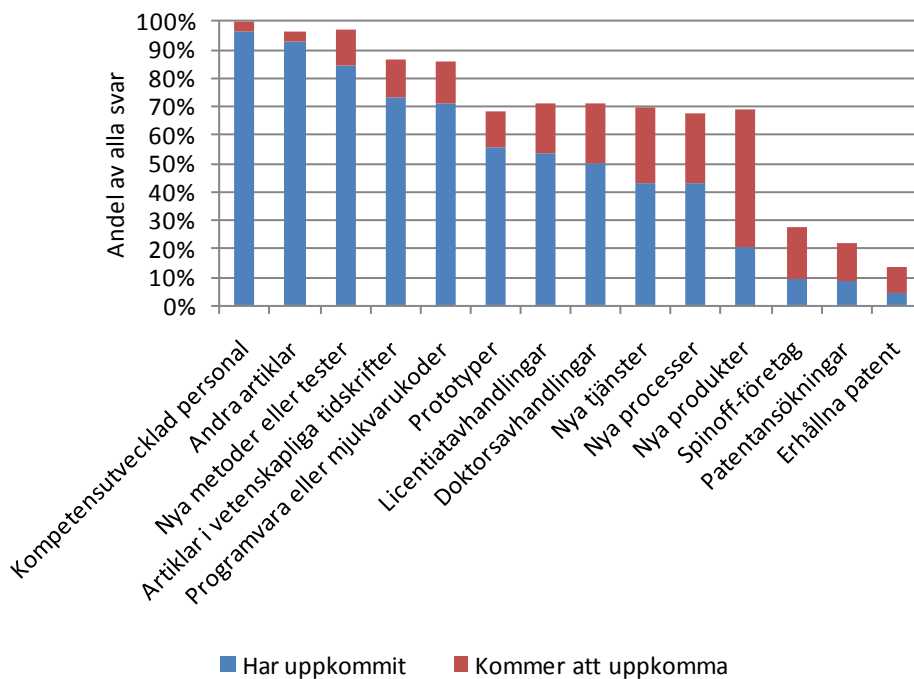
De tidiga effekter av den offentliga FoU-finansieringen som vi kan iaktta redan nu framgår schematiskt av Figur 49. I princip rör det sig om samma effekter inom både geometrisäkring och IT process, även om vi har tydligast belägg för effekterna inom förstnämnda område. Figuren ska tolkas från vänster till höger. Längst till vänster anges de typer av aktiviteter som bekostats med de offentliga FoU-medlen. ”Resultat” avser det som direkt kommer ut ur dessa aktiviteter. ”Första ordningens effekter” avser de direkta effekterna på medverkande företag respektive medverkande FoU-utförare. Huvudkällorna till beskrivningarna och konkretiseringarna av dessa effekter, vilka beskrivs i avsnitt 9.3 och 9.4, är intervjuer med representanter för företagen och FoU-utförarna. ”Andra ordningens effekter” betecknar de vidare indirekta effekterna på företag och FoU-utförare. Huvudkällorna till beskrivningarna är även här intervjuer. Det är underförstått att det inte bara är den offentliga FoU-finansieringen som har genererat effekter. Omgivningsfaktorer av skilda slag har självklart också inverkat, både positivt och negativt. Vi pekar på en del sådana i beskrivningarna i avsnitt 9.3 och 9.4.



Figur 49 Effektlogik för industriell IT. Gula rutor indikerar resultat och effekter i FoU-utförarnas värld, blå rutor effekter på företagen och gröna rutor gemensamma aktiviteter, resultat och effekter.

9.2.1 Resultat

Figur 50 summerar projektresultaten från UoHs och institutens horisont för både geometrisäkring och IT process. De vanligaste resultaten som redan uppnåtts är kompetensutveckling, olika former av publikationer, nya metoder och tester samt programvara. Ser vi även till prognostiserade resultat är också prototyper, avhandlingar, nya tjänster, nya processer och nya produkter resultat som antingen redan uppnåtts eller förväntas uppnås.



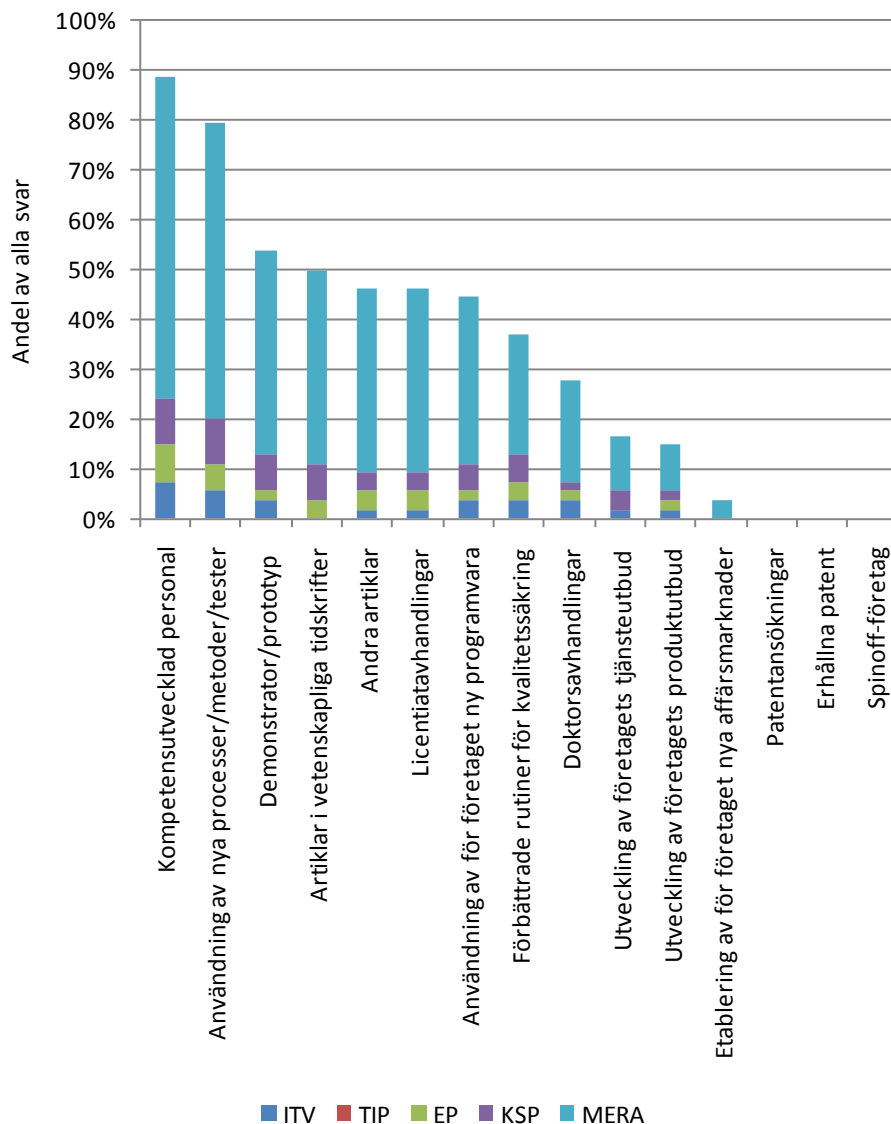
Figur 50 Projektresultat enligt projektledarna från UoH och institut.

De resultat som enligt industrirespondenterna uppkommit, se Figur 51, stämmer relativt väl överens med projektledarna syn, även om rangordningen fullt begripligt är något annorlunda. Projekten har enligt industrirespondenterna först och främst resulterat i kompetensutveckling, tätt följt av användning av för företaget nya processer, metoder eller tester. Demonstratorer, olika former av publikationer, avhandlingar, användning av för företaget ny programvara samt förbättrade rutiner för kvalitetssäkring är också relativt vanligt förekommande resultat. Det ska dock noteras att dessa svar mycket starkt domineras av deltagare i MERA-programmet (av skäl som diskuterades i avsnitt 4.1) medan det inte finns en enda industrirespondent som deltagit i TIP.

Av de 50 doktorer som enligt Tabell 7 har delfinansierats av de fem programmen har 42 arbetat i projekt relaterade till industriell IT, se Tabell 11. På motsvarande sätt har 31 av de totalt 43 licentiaterna arbetat i projekt relaterade till industriell IT.

Tabell 11 Sammanställning över examinander inom industriell IT. ”Andel” avser andel av ”Totalt”.

	Licentiater		Doktorer	
	Antal	Andel	Antal	Andel
Totalt	31	–	42	–
Varav verksamma vid UoH	16	52%	18	43%
Varav verksamma vid institut	3	10%	1	2%
Varav verksamma vid företag	9	29%	20	48%



Figur 51 Projektresultat enligt industrirespondenterna.

9.3 Effekter för industrin

För industrins del kan vi dels se vissa första ordningens effekter för de först medverkande företagen, dels vissa andra ordningens effekter som i nästa led uppstått för andra företag.

9.3.1 Första ordningens effekter

Industrirelevant mjukvara utvecklas

När det gäller geometrisäkring har vi i avsnitt 9.1 redan noterat att utvecklingen tog fart genom att Volvo PV identifierade ett behov av simulering av s.k. toleranskedjor som kunde täcka in hela kedjan från design och konstruktion till montering av stora delar av de färdiga bilarna, främst när det gäller karosserna, med syfte att få bättre kontroll över den geometriska passningen och därmed öka kvaliteten hos slutprodukten. Man insåg dock att man inte hade den förståelse och den heltäckande kunskap som behövdes och vände sig därför till forskare vid bl.a. CTH. I princip var det alltså företaget som identifierade problemen och sedan tog forskarna över och försökte beskriva och lösa dessa matematiskt. Eftersom de matematiska modellerna

måste vara verklighetstrogna och experimentell verifiering är kostsamt har det blivit allt vanligare att flera företag samarbetar i projekten för att bistå med verkliga data. Sammanlagt har stora investeringar gjorts i mjukvara och samtidigt har stora felkostnader troligen undvikits.

Ett av de första samarbetena som resulterade i industrirelevant mjukvara var alltså projektet "3D Tolerance Management" som ingick i ITV-programmet. Volvo PVs heltäckande kvalitetsfilosofi krävde att bättre mjukvara än de då kommersiellt tillgängliga skulle utvecklas och detta gjordes i samarbete med CTH. Resultatet blev den nu kommersiella mjukvaran RD&T, som med början i Volvos 850-modell har nått en omfattande användning vid framtagning av nya bilmodeller inom Volvo PV. Detta samarbete ledde också till bildandet av företaget RD&T Technology AB som senare även har samarbetat med bland andra Volvo LV, Saab Automobile, Ericsson, Geometrics, Caran, Semcon, Volkswagen, Audi, Pininfarina, Lear Corporation. En industrirepresentant beskriver samspelet som att FoU-utförarna har stått för utvecklandet av de matematiska algoritmerna medan industrin har samlat in produktionsdata från exempelvis svetsningsprocessen. Detta har fungerat som input till den modell som FoU-utförarna har byggt upp. Eftersom insamling av produktionsdata för verifiering av simuleringsresultat kräver att man har tillgång till en fabrik skulle det i princip ha varit omöjligt för FoU-utförarna att själva genomföra hela projektet. Samtidigt fanns inom företagen inte den teoretiska kompetensen som skulle krävs för utvecklingen av algoritmerna. När sedan FoU-utförarna har utvecklat sina algoritmer verifierar industrin dessa i en verklig produktionsmiljö.

Inom IT process har ett antal olika simuleringsmetoder utvecklats i samarbete mellan företag och FoU-utförare vilka kommit företagen till nytta. Dessa inkluderar modeller för att prediktera mekaniska egenskaper hos svetsfogar, simultan härdning och formning av borstål för att prediktera mekaniska egenskaper, verktygsslitage och underhållsbehov samt uppbyggnad av korrosionsskydd och hur färgpartiklar fäster på substratet vid målning. Nya arbetssätt, digitala fabriker, standardisering och kostnadsmodeller har också modellerats.

Interna arbetsprocesser utvecklas och snabbas upp

När det gäller geometrisäkring kan vi se att de mjukvaror som utvecklats tillsammans med forskarna har resulterat i att företagens processer för design, konstruktion och serietillverkning går betydligt snabbare. Även företagens arbetssätt har ändrats. Flera intervjupersoner berättar exempelvis att projektsamarbetet har lett till att forskarna integrerats i det interna FoU-arbetet inom Volvo PV och Saab Automobile, vilket har lett till att vissa problem löses på en tredjedel av tiden jämfört med tidigare. Implementeringen av mjukvaran RD&T i geometrisäkringsprocessen sägs till exempel ha medverkat till att Volvo PV kortat ledtiden för att ta fram en ny modell till cirka 25%. Det tog elva år att ta 850-modellen och idag är man nere på en cykel på tre år för att ta fram nya bilmodeller.

Inom IT process finns också exempel på att arbetsprocesser snabbats upp. Simulering av uppbyggnad av korrosionsskydd och målning sker nu hos Volvo PV i realtid där man tidigare prövade sig fram experimentellt, vilket innebär en dramatisk effektivitetshöjning i form av nedkortad utvecklingstid och minskat materialspill. Som resultat av ett annat projekt räknar man med avsevärda tidsbesparingar då en ny mjukvara för simulering av svetsprocessen tas i bruk. Systemet kommer i första hand att användas för att lösa problem som uppstår vid svetsning, men tanken är man i framtiden skall lyckas förhindra att problem uppstår. I ytterligare ett annat projekt kortades ledtiden till produktansättning genom att man utvecklade ett virtuellt stödverktyg för laserhybridsvetsning i konstruktionsprocessen.

Projektsamarbetena har även skapat långsiktiga relationer mellan företagen och FoU-utförarna vilket innebär att istället för att göra allting själva använder företagen sig nu av forskare och konsulter för att lösa problem som uppstår. I geometrisäkring hjälper FCC, genom att engagera seniora forskare, företagen att undvika omogna lösningar. Rikard Söderberg vid CTH svarar i praktiken för kontinuitet och fungerar som en länk mellan FoU-utförarna och företagen. Han har varit en återkommande

samarbetspartner och tillfört kompetens till företagen både direkt och indirekt som handledare för examensarbetare och industridoktorander som nu arbetar för bland andra Volvo PV. Företaget PE Consultants har specialiserat sig på ett antal områden och har blivit en integrerad partner till Volvo PV, där exempelvis samma konsult har varit verksam i nio år med konsultation och internutbildning. Den externa kompetens Volvo PV har valt att hyra in inom detta område har också medverkat i flera VINNOVA-finansierade projekt.

Simuleringsförmågorna som byggts upp inom geometrisäkring och IT process har inneburit en ökad förståelse för hela utvecklings- och tillverkningsprocessen, eftersom dessa kan tydliggöras som en virtuell kedja bestående av olika komponenter. Enligt en intervjuperson finns det ingen i industrin som har ingående förståelse för hela kedjan från design och konstruktion till serietillverkning, vilket innebär att företagen istället kopplar in externa experter under projektens gång. Eftersom man i projekten försöker arbeta allt mer med hela kedjan och är beroende av produktionsdata från fabrikena innebär detta även att man arbetar mer direkt med produktionsavdelningarna istället för via centrala laboratorer eller utvecklingsavdelningar på företagen. Detta leder i sin tur till att arbetssättet nära forskarna sprider sig till andra delar av företaget, i exemplet med Volvo PV där individer från produktionsberedning till dem som arbetar med robot- och svetsprocesser deltar.

De medverkande företagen har också utvecklat en förståelse för hur FoU-utförarna fungerar och åtminstone de stora företagen har inte konkreta förväntningar på att FoU-projekt ska leda till direkt tillämpbara resultat. Samtidigt är dessa samarbeten en nyckelfaktor för att kunna vara konkurrenskraftig i relation till konkurrenter i andra länder.

Företagens kompetens och metoder utvecklas

När det gäller både geometrisäkring och IT process kan vi också se att VINNOVA-programmen tydligt har bidragit till kompetensutveckling inom företagen. Detta har skett genom kompetensutveckling av befintlig personal och genom examensarbetare, industridoktorander och konsulter. Enligt en utomstående bedömare behärskar industrin nu bättre helheten (teori och praktik) och kan bättre artikulera sina problemställningar, vilket gör att de kan diskutera med forskarna på en annan nivå än tidigare. I och med att företag anställt forskarutbildade (jmf. Tabell 11) har de höjt sin absorptionskapacitet, d.v.s. förmåga att samverka med FoU-utförare och dra nytta av och implementera externa FoU-resultat.

Inom Volvo PV har man byggt en grupp industridoktorander som arbetar inom geometrisäkringsområdet. Därutöver finansierar företaget forskare vid både FCC och CTH och har anställt ett antal licentiater och doktorer. Kompetensuppbyggnad hos befintlig personal har också ägt rum genom att fler vid eller nära produktionen på Volvo PV nu medverkar i projekten och att mycket FoU dessutom sker på plats i företagets produktionsanläggningar.

Examensarbetare från CTH som sedan anställs av företagen medför också kompetensutveckling. Exempelvis har 39 teknologer gjort examensarbete inom geometrisäkringsområdet och 18 av dessa arbetar nu i industrin. Ett exempel är FoU inom området elhybridmotorer som bedrivs vid FCC. Enligt en intervjuperson sprider examensarbetare teknik till både Volvo PV och Saab Automobile. Kunskapsspridning sker också genom inhyrda konsulter, som bland annat genomför internutbildning för Volvo PV, och genom företag som har utför del av arbetet i FoU-projekten utan att formellt medverka i dem. Andra former av kunskapsuppbyggnad sker genom att Winquistlaboratoriet en gång per år bjuder in alla industridoktorander. I ProViking-programmet gör man sammalunda.

Enligt en intervjuperson i industrin finns det genom företagets deltagande i tidigare VINNOVA-projekt nu en öppnare attityd inom företaget till anställda som vill doktorera. En anställd har tagit tjänstledigt för att doktorera. Två doktorer som tidigare medverkade i ett VINNOVA-finansierat projekt arbetar idag åt företaget och de är nu aktiva i andra FoU-projekt och är dessutom biträdande handledare åt

doktorander. En annan intervjuperson i industrin berättar att ett VINNOVA-projekt innebar materialbyte för en viss produkt, vilket sänkt kassationerna och samtidigt lett till ökad produktionstakt. Materialbytet har även inneburit att det är mer kostnadseffektivt att tillverka råmaterialet i Sverige än att importera det från Asien.

Sänkta kostnader

Inom såväl geometrisäkring som IT process medger de modeller och simuleringsverktyg som resulterar från projekten att utvecklingstider kortas ned, ibland dramatiskt. Samma verktyg reducerar också behovet av efterjustering eller kassation av defekta produkter, vilket också spar tid och dessutom material. Sammantaget leder detta till avsevärt sänkta utvecklings- och produktionskostnader och därmed i nästa led höjd konkurrenskraft.

9.3.2 Andra ordningens effekter

Teknikspridning mellan fordonstillverkare

Inom både geometrisäkring och IT process kan vi se att fordonstillverkarna har en framträdande roll i utveckling och införande av mjukvara för tillverkningsindustrin. Som tidigare nämnts har samarbeten mellan Volvo PV och CTH varit en bidragande faktor till utvecklingen av geometrisäkring, men även inom IT process ser vi samma mönster. Allteftersom samarbeten mellan företag i olika projektkonstellationer har blivit vanligare har det även skett en teknikspridning till andra företag inom fordonsbranschen. Även mobilitet mellan företagen har bidragit till kompetens- och tekniköverföring. Ett exempel på det senare är införandet av geometrisäkring på Volvo LV, som förverkligades genom att några nyckelpersoner bytte arbetsgivare från Volvo PV till Volvo LV. Dessutom medverkade Volvo LV i ett SSF-finansierat ProViking-projekt som riktade in sig på resultatåterföring och visualisering av konsekvenser av variationer i komponentdata, vilket innebar kompetensuppbyggnad och tekniköverföring. Idag är användning av mjukvaran RD&T ett obligatoriskt element i design, utveckling och tillverkning av lastbilshytter. Enligt en intervjuperson är det bland annat tack vare kontakten med Volvo PV som Volvo LV har kunnat tillverka hyttplattformar åt Renault. Teknikspridningen har blivit praktiskt möjlig genom att Volvo LV kombinerar användning av konsulter med intern kompetensutveckling och rekrytering.

I flera projekt inom MERA har samarbetena mellan fordonstillverkarna ytterligare fördjupats, vilket inneburit en successiv förändring i samarbetsmönster som skapat ökad öppenhet och teknikutbyte. Fordonstillverkarna har i flera fall lyckats se förbi att de till vardags är direkta konkurrenter och i stället snarare kompletterat varandra, vilket har skapat långsiktiga samarbeten där man fortsätter hjälpas åt att lösa olika problem. I ett konkret fall deltog Saab Automobile i ett målningssprojekt som Volvo PV ledde och i ett nytt gemensamt FFI-projekt är meningen att rollerna ska vara ombytta. De båda företagen har bidragit med olika kompetenser och utbytt erfarenheter. Man har till och med besökt varandras fabriker och även underleverantörer har varit involverade. Det har påpekats att det för fordonstillverkarna är betydligt enklare att samarbeta inom produktionsfrågor än inom mer produktnära områden.

Underleverantörers kompetens och konkurrenskraft stärks

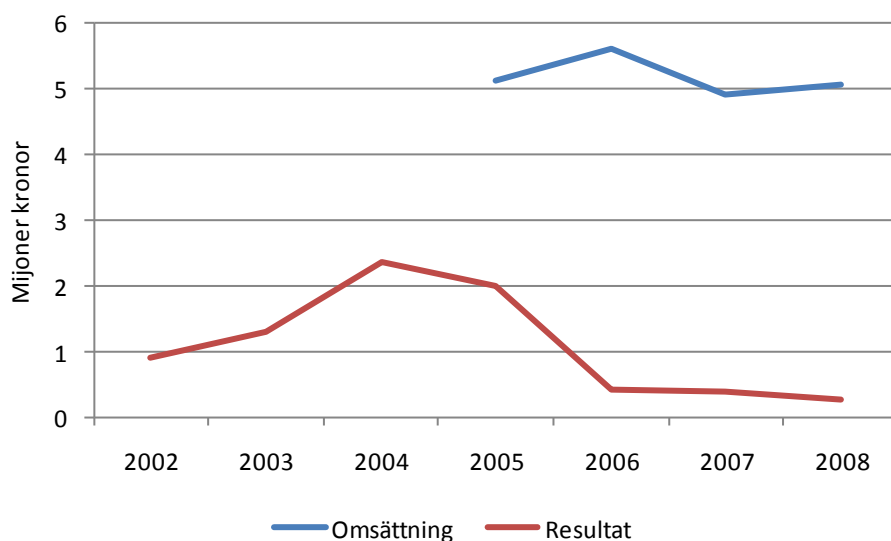
Inom båda delområdena ser vi att underleverantörernas kompetens och konkurrenskraft har stärkts, mycket tack vare forskningsinstitutens, främst Swerea IVFs, insatser. Flera intervjupersoner påpekar att Swerea IVF har fungerat som en viktig länk mellan fordonstillverkarna och deras underleverantörer, som ofta är SMF. Genom mjukvaran RD&T och Swerea IVFs eget databasverktyg DDBS knyts hela underleverantörskedjan mer effektivt ihop med Volvo PV och det skapar en högre grad av kvalitetssäkring i alla led. Fordonstillverkarnas krav på leverantörerna ökar, vilket i sin tur så småningom ökar deras konkurrenskraft gentemot andra kunder. Samtidigt ökar rimligen också Volvo PVs konkurrenskraft genom att företaget kan leverera jämn och hög kvalitet. Enligt en Volvo PV-anställd tar underleverantörerna stora utvecklingssteg tack vare att de deltar genom Swerea IVF. Enligt denne leder leverantörernas deltagande i FoU-projekt till att de sedan lägger egna beställningar på

Swerea IVF. På motsvarande sätt har konsultföretagens deltagande i FoU-projekt varit en naturlig källa till teknikspridning och kompetensutveckling för bland andra PE Consultants, Semcon och Caran.

Spinoff-företag bildas

Som tidigare nämnts ledde det mångåriga arbetet inom geometrisäkring till bildandet av spinoff-företaget RD&T Technology AB i Mölndal. Företaget uppkom som ett resultat av samarbete mellan Volvo PV och CTH-forskaren Rikard Söderberg. Inom ITV-projektet "3D Tolerance Management" identifierade forskarna att de moduler för geometrisäkring som fanns i kommersiellt tillgängliga CAD/CAM-system endast var till för felsökning sent i produktionskedjan. Volvo PV ville i enlighet med sin kvalitetsfilosofi komma in tidigare i kedjan och forskarna blev därmed tvungna att skriva egen simuleringsmjukvara som man lade utanför CAD-systemen för att slippa uppdatera mjukvaran varje gång CAD-systemen uppdaterades. Eftersom Volvo PV inte vill köpa mjukvaran direkt från CTH bildade Rikard Söderberg och Lars Lindqvist företaget RD&T Technology som i sin tur äger mjukvaran RD&T.

Volvo PVs önskemål "tvingade" alltså forskarna att kommersialisera sin forskning. Företaget har utvecklat mjukvaran till att omfatta analys av hållfasthet och tolerans och säljer mjukvaran och relaterade tjänster till ett flertal företag. Företaget medverkar i Wingquistlaboratoriet och tillhandahåller simuleringsteknik och deltar i utveckling av demonstratorer. Idag finns ett flertal samarbeten med framförallt fordonsindustrin. RD&T Technology har sålt omkring 180 mjukvarulicenser till framförallt Volvo PV, men även till Volvo LV, Saab Automobile och Caran. Företaget har också sålt 200–250 engångslicenser till bl.a. Ford och Jaguar. Figur 52 redovisar omsättning och resultat efter finansnetto för RD&T Technology. De senaste fyra åren har omsättningen varit cirka 5 miljoner kronor, medan resultatet sjunkit stadigt från toppåret 2004.



Figur 52 Omsättning och resultat efter finansnetto för RD&T Technology.

Teknikspridning till andra branscher

Forskningen inom både geometrisäkring och IT process har bidragit till ökad användning av simuleringsverktyg inom en rad andra branscher än fordonsindustrin, vilken var bland de tidigaste att implementera simuleringsystem.

Inom geometrisäkring har Swerea IVFs databasverktyg DDBS möjliggjort teknikspridning till underleverantörer också utanför fordonsindustrin och bland annat till företag som Husqvarna, Ericsson och Sandvik. Projektanslag från VINNOVA har enligt intervjuuppgifter därvid spelat stor roll för att interna entreprenörer kunnat hävda långsiktiga utvecklingsprojekt mot mer kortsiktiga satsningar. Samarbeta mellan Rikard Söderberg på CTH och företag inom medicinteknikbranschen, dock inte med finansiering från VINNOVA, har lett till konkreta utvecklingsprojekt kring patentsökt och närmast kommersiellt färdig mjukvara för utveckling och tillverkning av produkter, plus en mängd ännu ofinansierade produktidéer. Tack vare samarbetet med CTH har teknik kunnat utvecklas så att tillverkning av produkterna kan ske billigare, mer individanpassat och med bättre kvalitet. Simuleringsystem för tillverkning av dessa produkter förväntas ge ett rejält konkurrensövertag för företaget jämfört med dess konkurrenter. Byggbranschen är en annan industri som arbetat med utveckling av simuleringsystem tillsammans med CTH. Tidigare samarbetade byggbranschen bara med byggforskare, men ett helt nytt arbetssätt med tredimensionell simulering i syfte att minska slöseri i byggprocessen kan komma att ersätta monteringsprov på plats. Genom Wingquistlaboratoriet har Sony Ericsson och Ericsson kommit med bland "spelarna" inom geometrisäkring. Även ABB och VAC är kopplade till laboratoriet eftersom de har närbesläktade strukturer för sina produkter. Inom IT process förekommer också teknikspridning mellan branscher, exempelvis för tillverkning av stativ till solfångare, grisstallar och lock till läkemedelsburkar.

9.4 Effekter för FoU-utförare

9.4.1 Första ordningens effekter

Kritisk massa byggs

Vi kan tydligt se att anslag från de fem programmen har gjort det möjligt att anställa doktorander som arbetat i projekten och på detta sätt skaffat sig kunskap om industriella behov och knutit egna kontakter med industrin. Enligt en intervjuperson på CTH har finansieringen medfört att man kunnat anställa fler doktorander som så småningom tagit sin examen med geometrisäkringsprofil. Industriadoktorander som medverkat i programmen skapar en naturlig länk mellan UoH och företagen. Att företagen också anställer fler forskarutbildade (jmf. Tabell 11) befäster en långsiktig relation med FoU-utförarna. Detta medför att det finns en kompetens och en vilja att medverka till att söka vidare FoU-anslag, vilket är avgörande för att behålla relationerna med FoU-utförarna. Enligt en intervjuperson som agerat ansökansutvärderare i flera VINNOVA-program finns en trend mot att andelen doktorandprojekt ökat i senare program. Samtidigt påminner vi om att forskarutbildning inte var uppsatt som mål i något av de fem programmen, utan mer är att betrakta som en positiv bieffekt.

Ökad finansiering och samarbeten resulterar rent allmänt i att FoU-utförarna kan utvidga sina FoU-miljöer med fler forskare och möjliggör i vissa fall en ökad specialisering. Det mest tydliga exemplet på skapande av kritisk massa är den FoU- och innovationsmiljö som inom geometrisäkring byggts upp i Göteborgsregionen och där CTH, FCC och Swerea IVF kompletterar varandra väl. Genom uthållig finansiering från Nutek och senare VINNOVA, se Figur 46, vilken omfattar projekt i samtliga fem program, har man fått möjlighet att skapa en regional (delvis virtuell) miljö med över 20 personer som arbetar med geometrisäkring. Från och med 2007 har CTHs VINNOVA-finansiering inom området fortsatt genom VINN Excellence Center Wingquist och produktionsteknik har av CTH utpekats som ett av lärosätets viktiga framtidsområden. 2009 identifierades CTH och samma miljö av VINNOVA för att under 2010–2014 erhålla 101 miljoner kronor för strategiskt viktig forskning inom

uthållig produktutveckling, uthålliga produktionssystem och tillverkningsprocesser. Den styrkeposition som CTH och Wingquistlaboratoriet byggt upp har till avsevärd del sitt ursprung i ITV som syftade till att stärka CTHs kompetens inom produktionsteknik. Samtidigt bör påpekas att Nutek och VINNOVA inte är de enda finansiärer som byggt upp denna regionala FoU- och innovationsmiljö, utan också SSFs ProViking med flera. Miljön har producerat cirka 100 publikationer inom geometrisäkring och institutionen på CTH har examinerat ett antal forskarstuderande och 39 examensarbetare. Av examensarbetarna arbetar nu fem på institutionen, sannolikt som doktorander, och en på FCC.

Inom IT process finns inte lika tydliga exempel på uppbyggnad av kritisk massa som inom geometrisäkring, eftersom projekten inom de fem programmen genomförts vid ett antal olika FoU-miljöer spridda över snart sagt hela landet. Klart dominerande anslagsmottagare är dock Swerea IVF som med hjälp av dessa anslag lyckats befästa sin roll som teknikmäklare inom området och inte minst som en viktig resurs för kompetensförsörjning för SMF. En annan FoU-miljö som erhållit relativt omfattande anslag från de fem programmen och därmed fått stöd i att bygga upp kritisk massa är KTHs institution för Industriell produktion, som av VINNOVA 2009 identifierades för att under 2010–2014 erhålla 60 miljoner kronor för strategiskt viktig produktionsforskning i syfte att stödja världsledande svensk tillverkningsindustri i deras framtida produktionsutmaningar. LTUs institution för Tillämpad fysik, maskin- och materialteknik har även den erhållit betydande anslag ur de fem programmen, men dessa har finansierat FoU vid två olika avdelningar, så bidraget till skapande av kritisk massa torde vara begränsat. JTH har med hjälp av relativt stora anslag inom de fem programmen fått en möjlighet att hävda sig bland de ”gamla” tekniska högskolorna.

Industrirelevant mjukvara utvecklas

När det gäller FoU inom geometrisäkring finns det som framgått flera konkreta exempel på mjukvara som utvecklats av FoU-utförarna, delvis inom ramen för de fem programmen. Forskningen vid CTH har resulterat i programvaran RD&T som licensieras genom företaget RD&T Technology, medan Swerea IVF parallellt har utvecklat DDBS och FCC Industrial Path Solution (IPS). Kopplingen mellan utvecklingen av dessa mjukvaror och forskarnas arbete inom de fem programmen är tydlig, men inte entydig eftersom andra finansiärer också delfinansierat arbetet.

Inom IT process har det också utvecklats mjukvaror, men av mer sekventiell karaktär. Exempel inkluderar modeller för att prediktera mekaniska egenskaper hos svetsfogar, simultan hårdning och formning av borstål för att prediktera mekaniska egenskaper, verktygsslitage och underhållsbehov samt uppbyggnad av korrosionsskydd och hur färgpartiklar fäster på substratet vid målning. Nu vill en forskare gå vidare till optimeringsalgoritmer, vilket kräver flera års ytterligare forskning.

Ett mer industritillvänt tankesätt utvecklas

Genom att FoU-utförarna under många år samverkat med företag i FoU-projekt och att företagen tenderat att få större inflytande över projektens inriktning program för program, så har forskarna allt mer börjat tänka i termer av industriell nytta. Flera intervjupersoner, från såväl industrin som FoU-utförarna, pekar på att forskarna nu ställer fler industrirelevanta frågor. Vad är det som inte fungerar? Hur kan FoU-resultaten lösa verkliga problem? Hur kan FoU-resultaten implementeras? Enligt en intervjuperson som agerat ansökansutvärderare i flera VINNOVA-program är de resultat som nu kommer fram mer industrinära än tidigare. Tidigare var forskarna nöjda med en idé, men nu vill de gå ett steg till och strävar efter att utveckla en produkt eller förbättra en process.

Nya projekt uppstår

Enligt projektledarenkäten till UoH och institut uppger 93% av respondenterna att deras projekt inom de fem programmen har resulterat i nya projekt. Av dessa är 81% företagssamarbeten.

Inom geometrisäkring har flertalet nya projekt ingått i andra VINNOVA program, men även i SSFs ProViking. Exempel på företag som medverkat i sådana projekt är AB Volvo, Volvo PV, Volvo LV, SKF, DELFOi, Hexagon Metrology, Combi Wear Products, Cawick Engineering, Stoneridge Electronics, ABB Automation, SKF, AGA, Ascom, Plastal, NMW, Smålands Stålgjuteri och Norrahammars Mekaniska Verkstad. Det finns även exempel på projekt som har finansierats av företag, t.ex. Volvo PV, Saab Automobile, Opel och Delphi Systems.

Inom IT process nämns förutom VINNOVA och SSF även EU som finansiär i följdprojekt där FoU-utförarna arbetat tillsammans med företag som Volvo PV, AB Volvo, Saab Automobile, Scania, Haldex, Kongsberg Automotive, Stoneridge Electronics, Thule, VAC, Sandvik, Forsmark, Outokumpu, SSAB, LKAB, MBV Systems, Uddeholm Tooling, Höganäs, Alfa-Laval, SCA, Tieto, Komatsu Forest och Lumina Adhesives.

Forskningen riktas mot tillämpningar i andra branscher

Forskningen inom industriell IT i de fem programmen har en tydlig tyngdpunkt på fordonstillämpningar, vilken var bland de allra tidigaste att implementera simuleringsystem. Det finns dock flera exempel på spridning av FoU-resultat till andra branscher och dessa sker som regel genom FoU-utförarna. Som nämnts ovan arbetar Swerea IVF med företag som Husqvarna, Ericsson och Sandvik samt med en rad SMF, vilka genom databasverktyget DDBS drar nytta av den fordonsinriktade FoU som bedrivits inom de fem programmen. I Wingquistlaboratoriet medverkade förutom fordonstillverkare VAC och ABB redan från start, och på senare tid har Nobel Biocare, SKF, Flexlink, Sony Ericsson och Ericsson tillkommit, liksom företag inom byggbranschen. Under föregående rubrik uppräknades ett antal företag som FoU-utförarna samverkar med i nya projekt och det faktum att ett flertal av dessa är verksamma inom andra branscher än fordonsbranschen understryker att forskningen riktas mot tillämpningar i nya branscher.

Forskningen påverkar utbildningen

FoU-resultaten har i flera fall använts som inslag i civilingenjörsutbildningen. Inom geometrisäkring finns det inslag i civilingenjörsutbildningen vid CTH och i vidareutbildning av gymnasieingenjörer. Vid LTU använder man i grundutbildningen en 45 minuter lång film som visar hur svetsprocessen fungerar. Baserat på tidigare erfarenheter torde det vara högst rimligt att forskningen "sipprat" in i doktorandkurser långt innan den påverkat grundutbildningen.

Ett annat exempel på påverkan på grundutbildningen är att 39 examensarbetare gjort sitt examensarbete inom geometrisäkring med Rikard Söderberg på CTH som handledare. Av dessa 39 arbetar 18 idag i industrin medan fem fortfarande är kvar på institutionen på CTH, förmodligen som doktorander. Exempel på arbetsplatser för de forna examensarbetarna är Volvo PV, AB Volvo, Alfa Laval, ESAB, Danaher Motion (tillverkningsindustri), tre vid PE Geometry Development (teknikkonsult), två vid Semcon (teknikkonsult), två vid XDIN (teknikkonsult), HRM/Ritline (teknikkonsult), Vepro (teknikkonsult), SHL Medical (tillverkning av läkemedel) och Spectre Marine (utbildningskonsultfirma). Denna spridning av färsk civilingenjörer på företag i olika branscher är också en indikator på teknikspridning mellan branscher genom UoHs försorg.

9.4.2 Andra ordningens effekter

UoH blir mer attraktiva för industrin

Företagen förstår värdet av att samarbeta med UoH och istället för att bygga upp intern kompetens söker man upp den kompetens som redan finns. Inom geometrisäkring är CTH, tillsammans med Swerea IVF och FCC, goda exempel på att forskarna fokuserat på ett område som är högst industriellt relevant. Inom IT process bedrivs industrirelevant UoH-forskning främst vid CTH, KTH, LTU och JTH. Det är inte bara doktorander och seniora forskare som anlitas av industrin, utan även examensarbetare bidrar till att indirekt stärka UoHs roll som kunskapskälla.

Betydelsen av kompetensutveckling belyses även i enkäterna, där industrin ser det som det viktigaste resultatet av deltagandet (jmf. Figur 51). I projektledarenkäten är nya och fördjupade kontakter med industrin det viktigaste personliga resultatet av deltagandet.

Instituten fungerar som brobyggare och teknikspridare

I de projekt inom de fem programmen som är relevanta för industriell IT deltar i stort sett bara två institut, Swerea IVF och FCC. Swerea IVF har gamla anor, men de fem programmen gav en välbehövlig kontinuitet till delar av verksamheten under en mycket svår period med kraftiga neddragningar under seklets början. Det är således för Swerea IVF knappast fråga om att ha byggt kritisk massa, utan snarare att institutet lyckats bibehålla och i och mer MERA möjligen återuppbygga resurser (jmf. Figur 46). FCC, som bildades först 2001, har byggt upp sin verksamhet under detta sekel, men endast i liten utsträckning genom de fem programmen.

Instituten har byggt upp specialistkompetens i flera områden. Inom geometrisäkring har det skett en naturlig uppdelning mellan CTH och Swerea IVF respektive FCC. Kompetensen inom Swerea IVF har fokuserat på hur geometriska mätdata kan samlas in, sparas och presenteras på bästa sätt, vilket har resulterat i databasverktyget DDBS. Verktyget möjliggör en distribuerad användning av mätresultat till både interna och externa partner. DDBS är först och främst tänkt för SMF, framförallt underleveransföretag, som saknar resurser för att hålla sig med egna system. Denna specialistkompetens använder Swerea IVF sig av i sin marknadsföring, vilket resulterat i flera samarbetsprojekt med både företag och UoH. Den under många år upparbetade kompetensen inom geometrisäkring har av FCC vidareutvecklats till det näraliggande området banplanering som tillämpas på montering av slangar, styrning av robotar m.m., vilket resulterat i mjukvaran IPS, som FCC licensierar till 100 användare inom och utom landet.

Instituten fungerar som brobyggare och tar reda på vad företagen behöver och försöker kombinera detta med UoHs behov. Idéerna till samarbetsprojekt framkommer i dialog med företagen eller genom direktkontakter där företagen söker institutens hjälp för att lösa konkreta problemen. Denna typ av kontakter har även resulterat i industridoktorander.

Swerea IVF fungerar även som teknikspridare mellan branscher, eftersom institutet samarbetar med företag och UoH också utanför fordonsindustrin. Institutet har även fungerat som representant för SMF som inte haft resurser att medverka i FoU-projekt. SMF har ofta svårt med den erforderliga kontinuiteten i fleråriga projekt och kan därmed inte medverka i den utsträckning som FoU-projekt ofta förutsätter. Swerea IVF kan då ompaketera de FoU-resultat som framkommer och utbilda de mindre företagen. Ett exempel på detta är att databasverktyget DDBS hjälpt leverantörerna att anpassa sig till fordonsindustrins krav. Detta har medfört teknikspridning till exempelvis verktygstillverkaren LID Verktyg och till dess kunder i andra länder samt även företag utanför fordonsindustrin, ex.vis Husqvarna, Ericsson och Sandvik.

Samtidigt som vi alltså sett exempel på att instituten spelar denna viktiga roll som mellanlänkar i innovationssystemet har vi i våra intervjuer fått synpunkter på ett slags möjligt "systemglapp". I programutlysningarna ställs relativt höga krav på "nyhet" eller teknisk/vetenskaplig höjd, på ett sätt som gör det svårt för SMF med "slimmade organisationer" och otillräcklig absorptionskapacitet att delta i ansökningar och i projekt. För att de då ska kunna få del i den nya teknik som utvecklas skulle det behövas medel för särskilda "implementeringsprojekt" som instituten skulle kunna använda i sina brobyggare- och teknikspridarroller, har man sagt oss. Att se närmare på sådana eventuella svagheter i innovationssystemet ligger emellertid utanför detta uppdrag.

Internationellt konkurrenskraftiga FoU-miljöer

Tillverkningsindustrin i Sverige har en stark ställning när det gäller att bidra till sysselsättning, export och allmän teknisk utveckling, men med ökad konkurrens blir det ännu viktigare att utnyttja traditionellt svenska fördelar t.ex. förmåga till

teamwork, internationaliseringsförmåga och en allmän vilja att prova nya saker. De fem VINNOVA-programmen har fungerat som en nationell plattform för att utveckla sådana kompetenser. Enligt projektledarenkäten till UoH och institut anger 70% att gruppens deltagande i internationella samarbeten har ökat sedan tiden före deltagandet i något av de fem programmen. Av dessa anger 63% att de projekt man deltagit i har haft mycket stor betydelse för de internationella samarbetena. De intervjuade har också uppfattningen att de aktuella programmen har bidragit till att göra deras FoU-miljöer mer internationellt konkurrenskraftiga och till att de blivit mer efterfrågade som samarbetspartner av FoU-miljöer i andra länder.

Det absolut tydligaste exemplet på att de fem programmen bidragit till att skapa en delvis ny miljö är naturligtvis den redan tidigare flerfaldigt nämnda regionala FoU- och innovationsmiljön inom geometrisäkring som uppstått mellan CTH, FCC och Swerea IVF. Här finns en mycket tydlig attribuering till de fem programmen (jmf. Figur 46). Tyngdpunkten i denna miljö är Wingquistlaboratoriet inom vilket bland andra FCC, Swerea IVF, Volvo PV, Volvo LV, VAC, Saab Automobile och ABB medverkar. Denna FoU- och innovationsmiljö skapades dock inte ur intet, utan byggdes upp från CTHs dåvarande institution för Maskinkonstruktion, Institutet för tillämpad matematik och IVF. De fem programmen har dock givit dessa tre organisationer en möjlighet att gemensamt utvecklas till en stark regional miljö.

Mindre i omfattning och med svagare attribuering till de fem programmen kan FoU-miljöerna vid KTHs institution för Industriell produktion och Ingenjörshögskolan vid JTH nämnas, men även i dessa fall har de miljöer vi ser idag byggts upp från redan existerande FoU-miljöer.

2007 bildade LTU tillsammans med Universitetet i Kassel det internationella Centrum för högpresterande stål vid LTU, för att möta den kraftigt ökade efterfrågan från bilindustrin på lätta, miljövänliga och höghållfasta stålkomponenter. Detta är ett direkt resultat av FoU-samarbetet mellan LTU och Gestamp Hardtech, vilket till del utförts i de fem programmen. Utvecklingen av komponenter av presshärdat stål startade vid LTU för 30 år sedan och LTU och företag som Gestamp Hardtech har sedan dess haft en världsledande position inom området. Vid Universitetet i Kassel, den andra ledande parten inom området högpresterande stål, utvecklas i dag nya tekniker för varmformning och härdning. Samarbetet mellan de båda universiteterna innebär att världens ledande forskare inom området högpresterande stål koncentrerar sin samlade kompetens för att driva på utvecklingen av framtidens stålprodukter.¹¹⁶

9.5 Sammanfattning

De två delområden vi behandlar i detta kapitel ger en god illustration av de tidiga effekterna av stödet från olika offentligfinansierade FoU-program. VINNOVAs satsningar på dessa områden har under senare år pendlat mellan 25 och 60 miljoner kronor per år. Till detta kommer satsningar från andra finansörer, främst SSFs program ProViking och tidigare forskarskolorna ENDREA och PROPER samt EUs ramprogram. Vi har när det gäller geometrisäkring kunnat se hur ett kontinuerligt stöd till en framgångsrik tillämpningsinriktad FoU-miljö inom ramen för en rad FoU-program, vilka planerats och genomförts i samarbete med industrin, har lett till positiva effekter för företagen. I första ledet har det här gällt fordonsindustrin, och det finns tecken på att det i senare led kan bli påtagliga effekter även i andra branscher. Det kontinuerliga stödet har på det området också lett till en fortsatt utveckling inom forskningen och uppbyggnad av en stark och hållbar FoU- och innovationsmiljö med varsitt ben i CTH/PPU, FCC och Swerea IVF. Denna miljö har fortsatt producera forskning av god internationell klass och har samtidigt försett industrin med både forskarutbildade och civilingenjörer som har ökat företagets kompetens och stärkt deras konkurrenskraft inom strategiska områden. Inom IT process är de strukturella

¹¹⁶ "Världsledande stålforskare i unikt europeiskt samarbete", www.ltu.se/press/d2958/1.32073.

effekterna mindre tydliga eftersom FoU-stödet spritts betydligt bredare, men det finns några exempel på att FoU-utförare bibehållit eller fått möjlighet att bygga upp konkurrenskraft.

För industrins del finns tydliga belägg för att den stödda FoU-verksamheten lett fram till tämligen omfattande industriell användning av mjukvaror för simulering i design, konstruktion, produktionsberedning m.m., som har ökat produktkvaliteten och avsevärt förkortat tiden för framtagning av nya produkter. Samtidigt har samarbetet mellan FoU-utförare och företag lett till en utveckling av företagets kompetens och arbetsmetoder som möjliggjort signifikanta – i några fall avsevärda – kostnadsänkningar i produktionen. Ett litet konsultföretag har också uppstått som ett slags effekt av FoU-stödet och är en viktig länk i utvecklingskedjan. I ett nästa led har vi också belägg för att den aktuella simuleringstekniken både har spritts inom fordonsindustrin och har börjat spridas till andra branscher, och att detta också har lett till utveckling av underleverantörernas kompetens och konkurrensförmåga. Swerea IVF har spelat en betydelsefull roll för den sistnämnda utvecklingen som är mest tydlig inom IT process.

För forskningens del har vi konstaterat att FoU-stödet har lett till att flera forskarstuderande har kunnat anställas vid främst CTH. Eftersom fler än trettio av dessa nu arbetar med FoU inom industrin utgör de tillsammans med civilingenjörer som utbildats inom dessa områden en strategisk kompetensresurs. Många andra fortsätter att forska inom CTH och Swerea IVF och utgör en väsentlig utvecklingsresurs. Samtidigt har kritisk massa byggts upp i anslutning till främst CTH, och FoU-stöden på dessa områden har lagt grund till Wingquistlaboratoriet, som fått omfattande fortsatt stöd från både VINNOVA och SSF. På motsvarande vis men i mindre skala, har KTHs institution för Industriell produktion stärkts som resultat av deltagandet i de fem programmen och planeras få omfattande fortsatt stöd från VINNOVA. En ny FoU-miljö med LTU som en av parterna är också under framväxt till följd av stödet, liksom JTH som fått en möjlighet att hävda sig på nationell nivå.

Den tillämpade forskningen har vidareutvecklats och har gett upphov till utveckling av industrirelevant mjukvara, men har också fått till följd att ett mer ”industritillvänt” arbetssätt har spritts bland de medverkande FoU-utförarna. Till följd av detta har deras kompetens också blivit mer attraktiv för industrin. Swerea IVF har bibehållit sin roll genom utveckling av egna tjänster och har kunnat utveckla sin roll som brobyggare och teknikspridare i förhållande till SMF, även om institutet möjligen hämmas i denna roll av en brist på medel för teknikspridningsprojekt. FoU-stödet har också lett till att forskningen riktas in mot nya tillämpningsområden, till att följdprojekt uppstår, till en viss förnyelse av grundutbildningen och till att medverkande FoU-miljöer har blivit mer internationellt konkurrenskraftiga.

Analysen av FoU-stödets effekter inom dessa två områden av industriell IT har gett en del belägg för betydelsen av samspel mellan olika stödformer och FoU-program och av effekterna av en mer eller mindre informell samverkan mellan de forskningsfinansierare och andra aktörer i innovationssystemet, som är verksamma inom dessa områden. Vi återkommer till detta i det avslutande kapitlet.

Som framgått i detta kapitel är de effekter vi kunnat påvisa inom IT process betydligt vagare och möjligen av en delvis annan art än för IT geometrisäkring. Detta har huvudsakligen sin grund i att IT process spänner över flera tillverkningstekniker och omfattar femtontalet olika FoU-miljöer. Detta gör att det blir svårt på gränsen till omöjligt att se händelseförlopp och med begränsade resurser belysa dem från flera håll, vilket är en förutsättning för att skapa en genuin förståelse för effektkedjor. I eftertankens kränka blekhet hade det sannolikt varit klokare att lägga samma resurser som nu lagts på IT process på att i stället fokusera på ett fåtal, säg två, FoU-miljöer på samma sätt som i delstudien om funktionsförsäljning.

10. Sammanfattning och reflexion

Att teckna den samlade bilden av de fem VINNOVA-programmens effekter vore i sanning en utmaning, som dock inte kan antas inom ramen för denna effektanalys som inte gör något anspråk på att teckna hela bilden av programmens effekter. Det huvudsakliga motivet till effektanalysen var att skapa förståelse för **på vilket sätt** VINNOVAs och dess företrädares insatser resulterat i effekter och **av vilket slag** dessa effekter är. De fem programmen valdes ut för att de representerade ett visst mått av innehållsmässig kontinuitet som i bästa fall skulle kunna erbjuda möjligheter att förstå effekterna av mångåriga offentliga satsningar på FoU av relevans för svensk tillverkningsindustri. Att fokusera på fem specifika program var således i första hand ett sätt att avgränsa studien på "inputsidan", men för att möjliggöra en djupgående studie avgränsades den dessutom till tre delstudier som i sin tur fokuserat på ett urval av FoU-miljöer. I praktiken har dock inte "inputsidan" helt kunnat begränsas till de fem programmen, eftersom samtliga FoU-miljöer vi studerat visat sig ha omfattande anslag från andra håll. De andra finansieringskällor som för dessa miljöer är de viktigaste är VINNOVA (genom andra program än de fem), SSF och EUs ramprogram. Detta är i sig ingen avgörande komplikation, eftersom den var förutsedd och låg bakom den tillämpade systemsynen och den 5+-ansats som formulerades under effektanalysens förstudie, men den försvårar attribueringen av de effekter vi observerat till en särskild offentligt insats. Att i analysen utgå från FoU-miljöer är närmast oundvikligt med tanke på att dessa i allt väsentligt är mottagarna av de offentliga stöden. FoU-miljöerna är dock vad denna effektstudie anbelangar endast medel för att åstadkomma effekter i tillverkningsindustrin.

10.1 Övergripande resultat och effekter

Vi börjar med att konstatera att de 157 respondenterna (ur en population om 370) i vår industrienkät i allt väsentligt är mycket nöjda med sitt deltagande i de fem programmen. Hela 70% av respondenterna bekräftar att företagets motiv för deltagandet helt eller i stor utsträckning tillfredsställts. De respondenter som tidigare deltagit i liknande FoU-program visar sig vara än nöjdare än genomsnittet, vilket kan tolkas som att de visa av tidigare erfarenheter verklighetsanpassat sina förväntningar. De viktigaste resultaten av projektdeltagandet är enligt industrirespondenterna kompetensutveckling av personalen, införande av för företaget nya processer, metoder eller tester samt prototyper. På det personliga planet har deltagandet lett till ökad kännedom om vilken forskning som bedrivs i Sverige, nya och fördjupade kontakter med andra företag samt nya kontakter med forskare. Även forskarna vid UoH och institut är nöjda med sitt deltagande och pekar på samma resultat på det personliga planet som industrirespondenterna, men i en lite annan ordning: fördjupade och nya kontakter med industrin, nya kontakter med forskare och ökad kännedom om vilken forskning som bedrivs i Sverige. Kontaktskapandet inom och mellan industrin och FoU-utförarna är alldeles tydligt ett mycket viktigt resultat av projektmedverkan, vilket det också ges uttryck för i många intervjuer med representanter för såväl industri och FoU-utförare. Det framgår också att kontakterna i stor utsträckning är uthålliga.

De fem programmen har delfinansierat minst 43 licentiatexamina och 50 doktorsexamina, d.v.s. 93 forskarutbildade individer. De lärosäten som examinerat flest personer är CTH, KTH, LiU och LTU. Av de 50 doktorerna verkar 24 (48%) i industrin och av dessa har 18 (75%) forskningsrelaterade arbetsuppgifter, vilket innebär ett viktigt kompetenstillskott och en ökad absorptionskapacitet för företagen. De vanligast förekommande arbetsgivarna för dessa doktorer är Volvo PV, Saab AB och AB Volvo, men tre av doktorerna är också egenföretagare. Totalt återfinns doktorerna i 14 olika företag (egenföretagarna oräknade). Med tanke på svarsfrekvensen i enkäten till UoH och institut som här utgör vår datakälla, vore det

inte orimligt att anta att det totala antalet forskarutbildade egentligen är en bra bit över 100, men det är förstås alltid vanskligt att extrapolera.

Deltagande i EUs ramprogram är en inte ovanlig indikator på internationell konkurrenskraft i FoU-sammanhang. Sett i perspektivet RP3–RP7 har de företag som medverkat i något projekt inom de fem programmen också deltagit i sammanlagt 479 olika tillverkningsrelevanta EU-projekt. Deltagandet domineras kraftigt av företag från fordons- (AB Volvo, Volvo PV, Scania), telekom- (Ericsson, TeliaSonera) och flygindustrierna (Saab AB, VAC), men även ABB och Bodycote har deltagit flitigt: totalt rör det sig om 49 olika företag. Det ska dock noteras att få respondenter i industrienkäten ser att deras deltagande i de fem programmen underlättat deltagandet i ramprogrammen, vilket står i motsats till vad vi konstaterat i tidigare studier av fordons- och flygindustrierna¹¹⁷. Dessa avvikande svar har sannolikt sin grund i att industrirespondenterna främst deltagit i program på senare år (MERA, EP och KSP) och att dessa deltaganden helt enkelt ännu inte hunnit få någon effekt på ramprogramsdeltagandet.

Det svenska deltagandet i tillverkningsindustrirellevanta projekt inom EUREKA visar sig vara sparsamt. Sedan 1995 finns tio EUREKA-projekt med deltagande av företag som också medverkat i de fem programmen. Även om Volvo PV är det enda företag som deltagit i två projekt är deltagandet här inte dominerat av samma branscher som ramprogramsdeltagandet, utan är spritt över ett flertal branscher. Totalt har elva företag deltagit.

10.2 De tre delstudierna

De tre delstudierna, funktionsförsäljning (FF), friformsframställning (FFF) och industriell IT (IT), är sinsemellan mycket olika, vilket ger möjligheter till intressanta iakttagelser och jämförelser. De tre delstudierna innehåller såväl framgångssagor av olika slag som relativa misslyckanden. Vi delar upp beskrivningarna av FF och IT på två rubriker vardera.

IT geometrisäkring

Den ur ett effektperspektiv största framgången är tvivelsutan den regionala FoU- och innovationsmiljö som i Göteborgsområdet växt fram kring CTH/PPU–Swerea IVF–FCC och som har geometrisäkring som sitt forte. Denna miljö har kunnat uppstå och växa sig stark genom en kontinuerlig finansiering från VINNOVA som antagligen saknar motstycke, åtminstone vad gäller satsningar på verkstadsindustrirellevant FoU. Under de tolv åren 1997–2008 har de fem programmen investerat sammanlagt 74 miljoner kronor i denna virtuella miljö. Dessutom har samma miljö erhållit betydande ytterligare anslag från VINNOVA, SSF med flera och förefaller i alla fall i närtid ha en betydande del av sina intäkter säkrade genom omfattande fleråriga åtaganden från bland andra VINNOVA och SSF.

Denna regionala FoU- och innovationsmiljö har i nära samverkan med industrin utarbetat mjukvara som haft betydande positiva effekter för framförallt fordonstillverkarna och sedermera även flera av deras underleverantörer. Det finns vidare tecken på att det i senare led kan uppstå påtagliga effekter även i andra branscher och på SMF. Miljön har samtidigt försett industrin med både forskarutbildade och civilingenjörer som har ökat företagets kompetens och absorptionskapacitet, och därmed stärkt deras konkurrenskraft.

¹¹⁷ S. Faugert, E. Arnold, M.-L. Eriksson, T. Jansson, P. Mattsson, L. Niklasson, P. Salino, H. Segerpalm och T. Åström, "Effekter av statligt stöd till fordonsforskning – Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft", VINNOVA, VA 2009:02, 2009.
T. Åström, T. Jansson, P. Mattsson, H. Segerpalm och S. Faugert, "Utvärdering av det Nationella flygtekniska forskningsprogrammet – NFFP", VINNOVA, VR 2008:05, 2008.

Framgångarna har säkerligen till avsevärd del sin grund i ett visionärt och starkt ledarskap, men det förefaller troligt att en väsentlig del av framgångarna ligger i att tre sinsemellan kompletterande FoU-aktörer samverkat. Förenklat uttryckt har en UoH-institution (CTH/PPU) stått för mycket av den grundläggande forskningen, ett institut fokuserat på industriell tillämpning av matematiska metoder (FCC) har utvecklat outhålliga algoritmer, medan ett annat institut (Swerea IVF) har gjort FoU-resultaten praktiskt tillgängliga för SMF. Det förefaller inte troligt att en av de tre FoU-aktörerna, inte ens om den erhållit samma anslag som de tre nu fått tillsammans, skulle ha kunnat uppnå effekter av samma art och omfattning på egen hand. En hypotes härvidlag är att en kombination av samverkande UoH och institut är ideal för att uppnå stor teknikspridning, särskilt till SMF.

Det finns knappast någon anledning att komma till någon annan övergripande slutsats än att VINNOVAs investering i denna miljö varit mycket framgångsrik och sannolikt en god investering för AB Sverige. Det man dock kan diskutera är det hypotetiska alternativutnyttjandet. Hade de 74 miljoner kronorna kunnat ge bättre avkastning om de satsats på andra FoU-utförare eller på fler FoU-områden och/eller fler FoU-utförare? Vilken fråga osökt leder oss in på nästa analysobjekt.

IT process

Inom IT process har vi studerat vad som i ett väsentligt avseende är IT geometrisäkrings direkta motsats. VINNOVAs samlade satsningar inom IT process (genom de fem programmen) är med 155 miljoner kronor under 2000–2008 uppenbarligen dubbelt så stor som investeringen i IT geometrisäkring, men den har spritts ut på minst 15-talet olika FoU-miljöer (antalet beror på hur man definierar en miljö), se Figur 47. Vid sidan av Swerea IVF (som mottagit 48 miljoner kronor) är det endast fyra ytterligare FoU-miljöer som sammanlagt erhållit 10 miljoner kronor eller mer (CTH/PPU: 17 miljoner kronor, LTU/Tillämpad fysik, maskin- och materialteknik: 12 miljoner kronor, KTH/Industriell produktion: 12 miljoner kronor samt JTH: 10 miljoner kronor). Frågan är då hur mycket man rimligen kan förvänta sig av effekter i industrin när anslag av denna storlek – och i ännu fler fall mindre än så – fördelas på FoU-utförare under ungefär åtta år?

Vi har av naturliga skäl inte haft möjlighet att studera effekterna från samtliga FoU-miljöer aktiva inom IT process, men det finns inte desto mindre ett antal exempel på industriellt relevanta effekter av betydande värde, vilka dessutom förefaller ha uppstått inom fler branscher än IT geometrisäkring även om tyngdpunkten också i detta fall är fordonstillverkarna. Vi finner också här att forskarutbildade och civilingenjörer har ökat företagets kompetens och absorptionskapacitet, och därmed stärkt deras konkurrenskraft.

De utspridda anslagen till trots finns några exempel på FoU-miljöer som utvecklats väl med hjälp av anslagen från de fem programmen, exempelvis de fyra UoH-miljöer som fått anslag överstigande 10 miljoner kronor. De FoU-miljöer som fått anslag i storleksordningen 5 miljoner kronor eller mindre har inte nämnts i våra intervjuer (och vi har som sagt inte haft resurser att kontakta dem alla att skaffa närmare information om hur de utvecklats). Även i IT process har Swerea IVF haft en viktig funktion såväl för att nå ut till SMF som för att sprida teknik mellan branscher, men här har kopplingarna till UoH-miljöerna varit betydligt mindre direkta än i IT geometrisäkring, varför teknikspridningen sannolikt varit mindre framgångsrik. Eftersom samtliga FoU-miljöer haft betydande andra anslag krävs att vi betraktar utvecklingen ur ett systemperspektiv och inkluderar andra stöd från främst VINNOVA och SSF för att trovärdigt kunna attribuera effekterna till offentliga stöd.

Industriellt värdefulla resultat har alltså framkommit och implementerats, framförallt hos fordonstillverkarna och deras underleverantörer, men om dessa är av dubbelt så stort värde som de som framkommit i IT geometrisäkring är omöjligt att svara på. Här kan vi ställa frågan om det hade varit klokare att satsa dessa medel på ett mindre antal FoU-miljöer som i så fall skulle ha fått större anslag? Hur ska man väga samhällsnyttan av att satsa relativt ”grunt” på flera FoU-områden och FoU-miljöer (över ”hela” landet) mot koncentrerade satsningar på få FoU-områden och FoU-

miljöer (och därmed oundvikligen överge många områden och miljöer)? "Låt hundra blommor blomma och låt hundra tankeskolor tävla"?

FF LiU

De fem programmen har investerat knappt 21 miljoner kronor i en FoU-miljö vid LiU som under denna period fick små eller inga andra FoU-anslag från VINNOVA. Miljön består idag av dussinet individer motsvarande drygt sex heltidsekvivalenter och dess finansiering är med 6 miljoner kronor 2009 av samma storleksordning som under de fem programmens "glansdagar" vad funktionsförsäljning vid LiU anbelangar (2003–2006). Det förefaller således som om en livskraftig FoU-miljö med kritisk massa har uppstått, samtidigt som återväxten med endast en doktorand kan förefalla svag.

Gruppens arbete med affärsutveckling inom funktionsförsäljningsområdet har tvivelsutan varit till nytta för de deltagande företagen, vilka främst återfinns inom den traditionella verkstadsindustrin. De industriella effekter vi kunnat påvisa är dock få och flera företagsinterna initiativ förefaller med tiden ha runnit ut i sanden. Det ska emellertid påpekas att det antagligen är svårare för UoH-forskare att övertyga teknikorienterade verkstadsföretag att ändra sina affärsmodeller än vad det är att övertyga dem att anamma innovativa tekniska FoU-resultat. Det relativt blygsamma antalet forskarutbildade som examinerats har i betydande utsträckning stannat i den akademiska världen och arbetar således endast i få fall i industrin. Stöden från EP, KSP och i betydligt mindre utsträckning ITV har utan tvekan varit en förutsättning för gruppens utveckling. Utan dessa hade FoU-miljön sannolikt inte kunnat utvecklas inom FF, i alla fall inte i samma utsträckning, och de industriella effekterna hade därmed rimligen uteblivit.

LiU-forskarna har bland annat genom artiklar i fackpressen lagt berömvärd möda på att sprida funktionsförsäljningskonceptet till en bredare skara potentiella konvertiter. Denna typ av teknikspridning brukar anses vara institutens roll och frågan är om det hade varit mer effektivt att låta ett institut ombesörja detta missionerande, så att UoH-forskarna kunnat koncentrera sig på att vidareutveckla forskningen?

FF LTU

LTU-miljön fokuserar på teknikutveckling för att möjliggöra funktionsförsäljningslösningar och kallar därmed sitt forskningsområde för funktionella produkter. Miljön har mottagit betydligt större anslag från VINNOVA än forskarna vid LiU och under längre tid. Dessutom har de under lång tid haft betydande anslag från andra finansiärer, främst SSF och EUs ramprogram. Intressant nog miljön endast haft ett enda projekt om FF inom de fem programmen, vilket innebär att någon attribuering till de programmen inte kan göras i detta fall, samtidigt som en tydlig – men inte entydig – attribuering till Nuteks och VINNOVAs betydligt mer omfattande sammanlagda anslag kan göras. LTU-miljön består idag av drygt 20 individer, varav hälften doktorander, motsvarande drygt 15 heltidsekvivalenter och dess finansiering är ungefär 14 miljoner kronor 2009. Det är tydligt att en livskraftig FoU-miljö med kritisk massa har uppstått och med ett betydande antal doktorander framstår återväxten som tryggad.

Gruppens arbete med FF har till stor del sitt ursprung i samarbetet med VAC, vilket utvecklats till att omfatta såväl fordonstillverkare som mer traditionell verkstadsindustri. Företagen vittnar om att FoU-resultaten har kommit till nytta och lett till effektivare interna arbetssätt, bättre produkter och – än så länge i begränsad utsträckning utanför Volvo-koncernen – ökad andel funktionsförsäljningskontrakt. Ett betydande antal forskarutbildade har examinerats från LTU-miljön och många av dem återfinns nu i industrin där de bidrar till att öka sina arbetsgivares kompetens och absorptionskapacitet, och därmed stärker deras konkurrenskraft.

FFF

Inom insatsområdet Produktdatasystem i verkstadsföretag (PDS) satsade Nutek 1990–1996 knappt 8 miljoner kronor på teknik- och informationsspridning om FFF i syfte att höja kunskapsnivån i SMF i tillverkningsindustrin samt för att bedriva ett FFF-nätverk. Hur Nuteks finansiering till IVF såg ut under senare delen av 1990-talet

vet vi inte, men under åren 2000–2004 erhöll Swerea IVF 12 miljoner kronor för FFF-relaterade projekt, därefter inget alls. Inom de fem programmen har endast ett FFF-relaterat projekt bedrivits; ett projekt inom EP som genomfördes av MaH. Till EP och KSP inkom ytterligare sju FFF-relaterade ansökningar, varav tre från Swerea IVF, som dock avslogs eftersom de inte ansågs uppfylla de krav på nytänkande som dessa program krävde. Avsaknaden av finansiering inom FFF har lett till att Swerea IVFs FFF-verksamhet i princip avstannat.

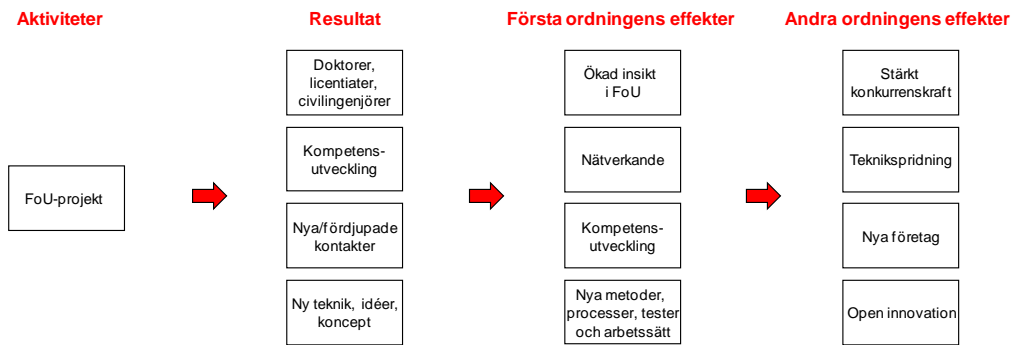
Att IVFs teknik- och informationsspridningsinsatser på tidigt 1990-tal ledde till att FFF-tekniken anammades tidigare i Sverige än vad som annars hade varit fallet, är våra intervjupersoner överens om. Vår empiri styrker dock inte hypotesen att effekterna av dessa insatser skulle kunna spåras i det relativt breda användande av FFF som vi idag ser, inte minst bland SMF. Det betyder naturligtvis inte att det inte finns en sådan koppling, bara att vi inte kunnat påvisa den. Flera stora verkstadsföretag har anammat tekniken som en teknik bland många, men utan någon som helst koppling till IVFs insatser.

Detta område skiljer sig från de andra främst genom att Nutek och VINNOVA finansierade sparsamt med FoU inom FFF, och vad gäller mottagare inom universitetsvärlden endast vid en UoH som inte annars är känd för sin verkstadstekniska FoU. Detta till trots har det så vitt vi kunnat utröna examinerats tre doktorer och en licentiat inom området FFF, men av dessa känner vi bara till att en doktor arbetar i svensk tillverkningsindustri (de två andra doktorerna arbetar utomlands, medan det för oss är okänt var licentiaten befinner sig). Således har effekter av den art vi tidigare beskrivit, såsom höjd kompetens, absorptionskapacitet och konkurrenskraft i industrin, i stort sett uteblivit. Dock finns ett sentida exempel på att ett AIS-projekt skapat nya affärsmöjligheter för ett SMF. Den huvudsakliga svenska kunskapsbäraren inom FFF, Swerea IVF, har vidare haft begränsade resurser för att själv vidareutveckla sin kompetens (även om två av doktorerna var IVF-anslagna och rimligen finansierades av institutet) och har heller inte haft någon hållbar UoH-partner vars FoU-resultat man kunnat vidareförmedla, varför institutet med tiden har förlorat sin konkurrenskraft inom området.

Dessa observationer pekar på att kunskapsförmedling utan varaktig parallell kunskapsutveckling inte är långsiktigt hållbart. Ett institut som långsiktigt förväntas förmedla kunskap måste också få resurser att kontinuerligt vidareutveckla sin egen kunskap. Observationerna pekar också på vådan av att det inte inom landet bedrivs hållbar FoU vid en UoH med kritisk massa inom området, som institutet kan samverka med och vars FoU-resultat det kan vidareförmedla till industrin. Inom FFF-området, liksom inom andra områden, är institutens existens främst motiverad av dess uppgift att stödja SMF, vilket dock sällan ensamt kan utgöra grunden för institutens överlevnad eftersom SMFs betalningsförmåga som regel är låg. De stora företagen har dock inom FFF-området visat sig klara sig bra utan institut.

10.3 Effekter av vilket slag?

De vanligast förekommande industriella effekter som vi påvisat kan sammanfattas under följande rubriker. Dessa beskrivningar är medvetet få och summariska för att medge en överblick och för att undvika upprepning från tidigare kapitel. Dessa effekter går också att illustrera i en översiktlig effektlogik som i Figur 53, vilken visar hur sambanden ser ut när ”det fungerar som det ska” – vilket vi också visat att det inte alltid gör.



Figur 53 Översiktlig effektlogik för de fem programmen.

10.3.1 Första ordningens effekter

Ökad insikt i FoU

FoU-samverkan mellan företag och FoU-utförare leder till ökad insikt i vilken FoU som bedrivs i landet (och internationellt) och därmed hur tjänsteutbudet ser ut från företagets horisont. Samverkan leder också till en insikt (från båda håll) i vad FoU-utförarna skulle kunna ta sig an härnäst av industrirelevanta problemställningar. En sådan ömsesidig förståelse för möjligheter och svårigheter är grundbulten för framgångsrik behovsmotiverad FoU.

Nätverkande

Med tanke på att många projekt engagerar flera företag och ibland flera FoU-utförare, skapas nya och fördjupade kontakter med andra företag och med andra FoU-utförare, vilket i sin tur ger inspiration och leder till nya idéer, samt ger möjlighet till benchmarking. Sådant kontaktskapande och idéutbyte skapar nya möjligheter; ju större kontaktnät med andra företag och FoU-utförare, desto större chans att det där finns en lösning på en given problemställning.

Kompetensutveckling

Kompetensutvecklingens betydelse framhålls genomgående i såväl enkäter som i intervjuer. Denna handlar dels om utveckling av företagets egen personal, dels om nyrekrytering av forskarutbildade och civilingenjörer och dels om kompetensutveckling av FoU-utförarna. Denna kompetensutveckling leder i sin tur till ökad absorptionskapacitet och FoU-resurser i företagen samt till att FoU-utförarna blir mer kvalificerade samarbetspartners. Flera företagsrepresentanter framhåller denna effekt som den allra viktigaste.

Nya metoder, processer, tester och arbetssätt

Det är endast i undantagsfall som externt genererade FoU-resultat i sig revolutionerar ett företags verksamhet. Det handlar oftare om att FoU-resultaten utgör grund för en företagsintern vidareutveckling som i sin tur i bästa fall innebär inkrementella förändringar i verksamheten. Vi avstår här från att rekapitulera exempel från det digra materialet i delstudiekapitlen, men passar på att påpeka att medan några företag ser stora effekter av FoU-resultaten i sig, ser andra att kompetensutvecklingen är viktigare.

10.3.2 Andra ordningens effekter

Stärkt konkurrenskraft

Ovannämnda första ordningens effekter leder i bästa fall till stärkt konkurrenskraft för företagen. Förmågan att lösa industriella problemställningar snabbt, effektivt och innovativt innebär en konkurrensfördel, dels i form av minskade utvecklings- och tillverkningskostnader och dels genom möjligheten att kunna erbjuda en produkt eller en tjänst med en funktionalitet som inte konkurrenten kan erbjuda. De första ordningens effekterna öppnar också för nya affärsmöjligheter och nya affärer, och kan

därmed i förlängningen utgöra grunden till industriell förnyelse och livskraftiga företag.

Teknikspridning

Vi har sett flera exempel på teknikspridning mellan branscher och från större företag till SMF. I de flesta fall vi studerat är det fordons- och ibland flygindustrin som är drivande i teknikutvecklingen, men genom FoU-utförarnas mäklande finns i många fall goda möjligheter till att anpassa resultaten och implementera dem också inom andra branscher och i SMF, vilka endast i undantagsfall deltar i den typ av program som häri studerats. I teknikspridning till SMF utgör instituten en särskilt värdefull resurs.

Nya företag

Vi har sett ett fåtal exempel på att nya företag bildats som resultat av effekterna av den första ordningen och några effekter på att mikroföretag vuxit, men dessa utgör undantag. Vi noterar att tre doktorer vars forskarutbildning delfinansierats genom de fem programmen driver egna företag som möjligen i framtiden kan utvecklas vidare.

Open innovation

Flera företag, inte minst de stora verkstadsföretagen, vittnar om att de förändrat sina arbetssätt, ibland radikalt. ”Förr kunde vi allt själva”, men ”vi har mognat och insett att det finns andra som besitter värdefull kunskap”, som en storföretagsrepresentant uttrycker sig. Denna insikt innebär dels ett behov av att besitta absorptionskapacitet och dels en förmåga att finna lämpliga FoU-aktörer att samverka med, liksom en förmåga att hålla sig á jour med den internationella utvecklingen inom för företaget relevanta teknikområden. Denna utveckling i arbetssätt har pågått länge inom de stora tillverkande företagen, till del manifesterat i ffp och NFFP, men sprider sig nu till mindre företag och till SMF.

10.3.3 Betydelse för Sverige

Även om tillverkningsindustrin gradvis minskat i relativ betydelse för nationen (samtidigt som den fortsatt ökar i absolut omsättning), så stod den 2007 fortfarande för knappt 15% av BNP och knappt 17% av antalet anställda. Med tanke på att den s.k. sysselsättningsmultiplikatorn för fordonsindustrin har uppskattats till 2,6 (ett arbetstillfälle i fordonsindustrin leder till 1,6 arbetstillfällen inom andra branscher) är dock tillverkningsindustrins betydelse långt större än så. Tillverkningsindustrin står samtidigt för drygt 55% av näringslivets samlade FoU-satsningar, vilket dels indikerar vad som krävs för att upprätthålla internationell konkurrenskraft och dels hur viktig tillverkningsindustrin är för landets industrifinansierade FoU – och därmed i förlängningen för hela innovationssystemet. Endast drygt 6% av tillverkningsindustrins FoU är offentligfinansierad, men denna andel anses av industrin som mycket viktig eftersom den medger (och ofta förutsätter) ett långsiktigt tänkande som sällan är möjligt i den FoU som egenfinansieras. Det förefaller mot denna bakgrund som välmotiverat för staten att fortsätta stödja FoU av relevans för tillverkningsindustrin.

10.4 Effekter på vilket sätt?

Eftersom de offentliga FoU-anslagen i allt väsentligt gått till att finansiera arbete utfört av UoH och institut är de effekter som åstadkoms i industrin indirekta. Offentliga kronor omsätts i arbete hos FoU-utförare som producerar FoU-resultat och examinandor som i sin tur kan absorberas av och ge effekter i industrin.

Förenklat uttryckt hör de fem programmen hemma i fyra olika programgenerationer där industriinflytandet och industrimedverkan efterhand ökat:

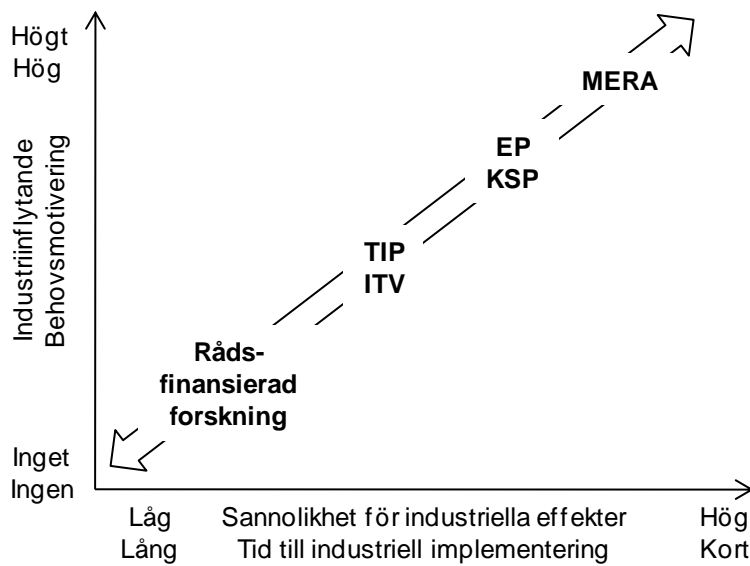
- **ITV** var ett program som syftade till att stötta samverkan mellan CTH och IVF och särskilt att hjälpa CTH att utveckla forskning inom produktionsteknik. Projektet definierades i stor utsträckning av FoU-utförarna själva och industrin medverkade i referensgrupper

- **TIP** var i mångt och mycket samma andas barn, men FoU-utförarna var fler och spridda över landet. Projekten definierades i stor utsträckning av FoU-utförarna själva och industrin medverkade i referensgrupper
- **EP** och **KSP** hade ett och samma principiella upplägg där projekten fortfarande i stor utsträckning definierades av FoU-utförarna, men industrin medverkade nu aktivt i FoU-arbetet. Detta innebar att projekten behövde vara starkare förankrade hos företagen för att de skulle vara intresserade av att delta
- **MERA** skiljde sig avsevärt från de fyra andra programmen i och med att de deltagande företagen, främst fordonstillverkare men också underleverantörer och företag utan för fordonsindustrin, hade egna budgetandelar som de hade att fördela på projekt av relevans för dem själva, dock under förutsättning att ansökningarna uppfyllde uppsatta kvalitetskrav. 16% av de offentliga medlen i MERA gick till företagen själva. MERA var mer utvecklings- än forskningsinriktat än de fyra tidigare programmen och var, som tidigare nämnts, ett tidbegränsat regeringsuppdrag

När FoU-utförarna har problemformuleringsprivilegiet och industrin medverkar i referensgrupper, som i ITV och TIP, är det rimligt att anta att det är mindre sannolikt att FoU-resultaten kommer till industriell användning, i alla fall i närtid, dels för att inriktningen tenderar att bli mer "akademisk" (eftersom företagen då inte har samma påverkansmöjligheter) och dels för att företagen inte på samma sätt kommer i direktkontakt med arbetet och därmed riskerar att underskatta dess användbarhet. Denna typ av instrument utesluter dock inte att så kan ske om FoU-utförarna är lyhörda inför industrins behov, som illustreras av IT geometrisäkring. När problemformuleringsprivilegiet är delat mellan FoU-utförarna och industrin och industrin aktivt deltar i arbetet, som i EP och KSP, blir projekten mer tillämpningsnära och sannolikheten för att de ska leda till effekter i industrin ökar. När industrin har problemformuleringsprivilegiet, som i MERA (och för den delen i ffp och NFFP), och aktivt deltar i arbetet och fokus dessutom är mer på U än på F, så blir projekten än mer tillämpningsnära och sannolikheten för att de ska leda till effekter i industrin mycket stor. Det kan noteras att nyckelpersoner från industrin deltagit i utvecklandet av dessa program, vilket innebär att den programevolution vi ser till del är resultatet av företagsinflytande på programnivå. Därmed har industrin också indirekt haft en påverkan på FoU-utförarnas FoU-inriktning.

Dessa samband kan schematiskt – och högst medvetet gravt förenklat – beskrivas som i Figur 54. Enkelt uttryckt leder alltså starkt industriinflytande och aktiv projektmedverkan till snabba och omfattande effekter, men en befogad fråga är då vilket slags effekter. Det finns en risk att ett program som MERA leder till ett kortsiktigt tänkande och tillfredsställelse av kortsiktiga behov på bekostnad av mer långsiktig teknikutveckling, vilket också var en farhåga som lyftes fram i utvärderingen av detta program.¹¹⁸ Det finns också en risk för inlåsning, där etablerade företag står i vägen för nya aktörer och radikal förnyelse, men ett sådant kontrafaktiskt resonemang är naturligtvis svårt att leda i bevis. I det motsatta extremläget, där forskarna ägnar sig åt nyfikenhetsstyrd forskning, kan effekterna helt utebli (längst ned till vänster i Figur 54), vilket – om man inte tror på den linjära modellen för innovationers uppkomst – kan upplevas en smula problematiskt.

¹¹⁸ T. Åström, T. Jansson, L. Niklasson och S. Faugert, "Utvärdering av MERA-programmet", VINNOVA, VA 2008:14, 2008.



Figur 54 Schematisk illustration av sambandet mellan industriinflytande i problemformulering och förväntade industriella effekter.

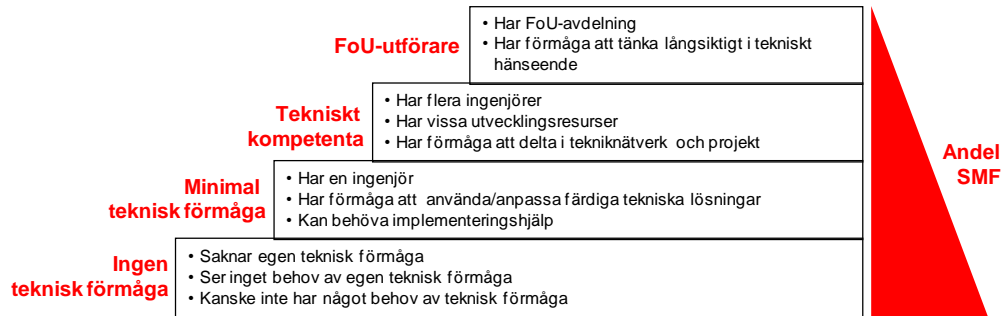
Vi ser att en kader UoH-forskare, antagligen utsedd genom självselektion, gärna och framgångsrikt tar sig an industriella frågeställningar, oavsett vilken av instrumenttyperna det är fråga om. Här har det skett en attitydförskjutning sedan början på ITV (och fyra år dessförinnan genom ffp och NFFP). Förr ansåg många forskare att behovsmotiverad FoU inte var "fint" (och många gör det alltjämt). Samtidigt var, enligt en professor på CTH, "för 15 år sedan produktion något som katten släpat in och nu är det ett av CTHs åtta styrkeområden som fått strategiska forskningsmedel", vilket rimligen till del kan attribueras till ITV. Det finns tecken, såväl i denna studies empiri som i tidigare effektanalyser och utvärderingar vi genomfört, på att de flesta FoU-miljöer vid såväl UoH som institut lyckas balansera väl mellan att arbeta i industristyrda projekt och i forskarstyrda, men det förutsätter naturligtvis att båda möjligheterna gives. En FoU-miljö vid ett UoH som helt styrdes av industribehov skulle sannolikt få svårt att långsiktigt hävda sig, såväl ur akademiskt perspektiv som ur perspektivet att långsiktigt ha något att erbjuda sina industripartners.

Om syftet är att uppnå industriella effekter, tror vi att det är mycket viktigt att företagen inte bara deltar i problemformuleringen utan också aktivt deltar i FoU-arbetet. Ett sådant aktivt engagemang ökar radikalt sannolikheten för att de första ordningens effekter som kort diskuterades i avsnitt 10.3.1 ska uppstå. Det är sannolikt i dynamiken mellan företag och FoU-utförare, liksom sinsemellan företag, som skapas av den aktiva medverkan, vari fröna till effekter gror.

För de företag som aktivt medverkat i projekten är det sedan i stor utsträckning en företagsintern angelägenhet att skapa andra ordningens effekter. Om syftet vidare är att uppnå spridningseffekter till andra branscher och till företag, stora som små, som inte deltar i projekten, så intar instituten en nyckelroll för att uppnå sådana andra ordningens effekter. Även UoH kan bidra till teknikspridning, men instituten har en för detta ändamål mer ändamålsenlig affärsidé och bemanning, särskilt när det gäller spridning till SMF.

Det är väsentligt att notera att det med få undantag är redan etablerade och oftast stora företag med egen FoU-kompetens och teknisk absorptionsförmåga som deltagit i de fem programmen och att SMF endast i blygsam omfattning medverkat. Anledningarna till detta är flera, bland andra att SMF kan ha svårt att avsätta de resurser (oftast tid) som krävs för medfinansiering och att tidsperspektiven är för långa. Andra viktiga anledningar kan vara bristande insikt i vad de skulle kunna få ut av ett deltagande och att de saknar tillräcklig kunskap för att meningsfullt kunna delta.

Förenklat uttryckt kan industrin struktureras i en teknikkompetenshierarki, se Figur 55. De flesta deltagarna i de fem programmen återfinns i de två översta kategorierna och med få undantag är de stora eller relativt stora företag. Ett fåtal av de SMF som återfinns i nivå två ("tekniskt kompetenta") har deltagit i de fem programmen. Det är högst osannolikt att några SMF från nivå tre ("minimal teknisk förmåga") alls deltagit (även om det naturligtvis kan finnas undantag). Det är framförallt SMF i nivå två och tre som instituten har möjlighet att nå genom sin teknikmäklarroll.



Figur 55 Teknikkompetenshierarki i industrin.¹¹⁹

10.5 Policyslutsatser

Till sist presenterar vi några möjliga policyslutsatser baserat på det vi presenterat i denna rapport, och också på våra tidigare erfarenheter.

Industriinflytande

Industristyrda FoU-program fyller en viktig funktion för industrins teknikförsörjning och konkurrensförmåga, men främst för redan etablerade – och företrädesvis stora – företag med avsevärd egen FoU-kompetens och absorptionsförmåga. Industristyrda FoU-program för dock med sig risker i termer av inlåsning och kortsiktighet, vilket dock ur ett innovationssystemperspektiv inte nödvändigtvis behöver utgöra problem om sådana program kompletteras med program med mer långsiktigt fokus som sannolikt präglas av lägre grad av industriinflytande.

Kontinuitet

Korta program som MERA leder naturligen till ett mer kortsiktigt tänkande, medan långa program som ffp och särskilt NFFP stimulerar till ett betydligt mer långsiktigt och strategiskt tänkande med mer uttalat fokus på kompetens- och humankapitaluppbyggnad.¹²⁰ En i kronor räknat så pass massiv satsning som MERA kan också lämna ett tomrum efter sig som sannolikt är till men för utvecklingen, särskilt för FoU-utförarna. Den relativa kontinuitet som de fem programmen erbjuder för några FoU-utförare och företag, särskilt tillsammans med de andra program som återkommande nämnts ovan, har varit av mycket stor betydelse för dem som medverkar. Därför är det troligt att en ökad grad av förutsägbarhet och kontinuitet i den offentliga finansieringen skulle vara av godo för både FoU-utförare och företag.

Övergripande samordning mellan FoU-finansiärer

Såväl när det gäller balansen mellan olika instrumenttyper (grad av industriinflytande) som behov av kontinuitet, finns en delvis outnyttjad potential sett ur det systemperspektiv som vi antagit i denna analys. En ökad samordning mellan VINNOVAs alla instrument och SSFs instrument i syfte att på bästa sätt utveckla innovationssystemet skulle kunna vara fruktbart, liksom framtagande av en plan för hur dessa organisationers satsningar skulle kunna växlas upp genom ett strategiskt

¹¹⁹ Inspirerad av E. Arnold and J. Bessant, "Nutek Evaluation of the AMT Action Areas", Nutek, 1993.

¹²⁰ Vi avstår här medvetet från att kommentera de många andra lik- och olikheterna mellan dessa tre program.

svenskt deltagande i EUs ramprogram. (Vad det gäller deltagande i EUs ramprogram finns lärdomar att hämta i ffp och NFFP, liksom i en effektanalys av svenskt deltagande i ramprogrammen¹²¹.) KKS är för vissa aktörer en annan viktig finansör, vars instrument naturligtvis också bör ingå i en sådan samordning. Även om det sannolikt finns betydande praktiska utmaningar i en samordning mellan formellt självständiga FoU-finansierare, finns här inte desto mindre en outnyttjad potential som vi anser borde tas tillvara.

Fokusering eller pluralism?

En mycket viktig strategisk fråga är om VINNOVA bör göra fokuserade och långsiktiga satsningar (som på IT geometrisäkring eller på FF LTU (om än inte genom de fem programmen)) eller sprida sina gracer på många ämnen och FoU-utförare (som i IT process). Svaret är inte givet, men önskan att gynna pluralism och konkurrens bör nog vägas mot skapande av kritisk massa hos FoU-utförare för att därmed gynna uppbyggandet av internationell konkurrenskraft. Utväxlingen på varje krona satsad på en etablerad FoU-miljö ger sannolikt betydligt större avkastning än om de satsas på uppbyggnad av en ny miljö. Å andra sidan är det tydligt att rekrytering av civilingenjörer och forskarutbildade huvudsakligen sker regionalt (få vill flytta långt – eller alls), vilket talar för ett brett deltagande av FoU-utförare.

Institut och UoH

Instituten är betydelsefulla länkar i teknikspridningskedjan, särskilt för spridning till SMF (vilket illustreras av både IT geometrisäkring och IT process). För att instituten långsiktigt ska kunna bibehålla sin konkurrenskraft inom ett givet område måste de dock få resurser för att själva kontinuerligt utveckla sin kompetens (där FFF visar vad som kan hända om så inte är fallet). Instituten är också starkt beroende av ett nära samarbete med forskare vid UoH för att hålla sig à jour med forskningsfronten. När ett sådant samarbete är effektivt skapar det stora fördelar för alla inblandade (som i IT geometrisäkring), men när ett sådant samarbete saknas kan det i värsta fall leda till kortsiktiga vinster utan uthållighet (som i FFF) eller till begränsad spridning av FoU-resultaten (som i FF). Vi kan konstatera att framgångsrika institut alltid förefaller ha en stark relation till åtminstone ett universitet; förutom IT geometrisäkring kan vi peka på exempel som YKI (KTH) och Swerea SICOMP (LTU). En slutsats av detta är att FoU-satsningar, åtminstone stora och långsiktiga, bör omfatta FoU-utförare vid såväl UoH som institut för att uppnå maximala spridningseffekter.

Om avsikten endast är att sprida kunskap om en ny teknik till industrin, främst SMF, under en begränsad tid, är satsningar på teknikspridning av den typ som Nutek gjorde under tidigt 1990-tal för att genom ett institut sprida kunskap om FFF sannolikt effektiva. Men om ambitionen är större än så, som att etablera FoU inom området, långsiktigt stärka svenska företag eller stimulera skapande av nya företag, förefaller den sortens satsningar vara helt otillräckliga.

Open innovation

Den ökande inriktningen mot open innovation-tankegångar, som nu även spritt sig till SMF, ställer nya krav på den offentliga delen av innovationssystemet. Arbets- och finansieringsformerna inom de fem programmen passar större företag bättre än mindre (även om exempelvis EP hade en särskild SMF-utlysning), så vilka alternativa instrument behövs för att tillgodose SMFs ökande behov av teknikutveckling och innovationsstöd? Möjligen behövs instrument utöver VINNOVAs Forska & väx och kompetensutvecklingsmedel till instituten. Nära kopplat till denna frågeställning är varför det startats så pass få nya företag inom ramen för delstudierna och varför några av dem haft så svårt att växa (även om tillgång till teknisk FoU naturligtvis aldrig kan vara en tillräcklig betingelse för grundande och tillväxt av företag). Flera intervjupersoner har i detta sammanhang pekat på brister i policy mixen.

¹²¹ E. Arnold, T. Åström, P. Boekholt, N. Brown, B. Good, R. Holmberg, I. Meijer och G. van der Veen, "Impact of EU Framework programmes in Sweden", VA 2008:11, VINNOVA, 2008.

Avslutningsvis kan vi konstatera att:

- Det i flera avseenden finns motsatsförhållanden inbyggda i olika intressenters förväntningar på offentliga FoU-satsningar, exempelvis:

åstadkomma snabba effekter	–	åstadkomma långsiktig kompetens- och humankapitaluppbyggnad
bygga kritisk massa och internationell konkurrenskraft	–	generera rekryteringsunderlag för företag över hela landet
tillfredsställa stora företags behov	–	tillfredsställa SMFs behov
satsa på UoH	–	satsa på institut

Således finns det anledning att mycket tydligt klargöra vad syftet med en specifik insats är. Troligtvis är det i detta avseende klokt att inte försöka göra alltför många intressenter till viljes i en och samma insats

- Flera av de effekter som konstaterats, exempelvis examinerade licentiater och doktorer, har uppstått trots att de inte utgjorde mål för de fem programmen
- Fordons- och flygindustrierna är i många fall drivande i teknikutvecklingen, men genom FoU-utförarnas mäklande finns goda möjligheter till att anpassa FoU-resultaten och implementera dem också inom andra branscher och i SMF. Den FoU som bedrivs inom fordons- och flygrelevanta områden är således av betydelse långt bortom dessa industrier
- Offentliga FoU-program med aktiv industrimedverkan är långt viktigare än man kan tro om man endast ser till de offentliga satsningarnas storlek i relation till företagens egna FoU-satsningar, eftersom de offentliga satsningarna förutsätter ett mer långsiktigt tänkande än vad som vanligen medges inom företagens egenfinansierade FoU-verksamhet. Den katalyserande effekten är betydande
- Ett systemperspektiv där alla FoU-finansiärers satsningar beaktas är nödvändigt för att på ett trovärdigt sätt kunna etablera orsaks-verkans-samband. Det torde endast i undantagsfall vara möjligt att entydigt attribuera en effekt till en enskild finansiärs FoU-program
- Hade denna effektanalys fokuserat på andra områden inom produktframtagningsområdet hade delvis andra och möjligen fler effekter kunnat konstateras

Bilagor

Bilaga A: Förkortningar

Bilaga B: Intervjupersoner

Bilaga C: Industrienkät

Bilaga D: Programmen i siffror

Bilaga E: Ramprogramsdeltagande

Bilaga A: Förkortningar

2D	Två dimensioner
3D	Tre dimensioner
AIS	Nutek-/VINNOVA-programmet Aktiv industriell samverkan, 1998–2003
ALI	Arbetslivsinstitutet
CAD	Computer-aided design
CAM	Computer-aided manufacturing
CTH	Chalmers tekniska högskola
DDBS	Swerea IVFs Dimensional DataBase System
DDT	Datorintegrerad detaljtillverkning
DU	Högskolan Dalarna
EBM	Electron beam melting
ENDREA	SSF-programmet Engineering Design Research and Education Agenda, 1997–2003
EP	VINNOVA-programmet Effektiv produktframtagning, 2003–2009
FCC	Fraunhofer-Chalmers Research Centre for Industrial Mathematics
FF	Funktionsförsäljning
FFF	Friformsframställning
FFI	Fordonsstrategisk forskning och innovation, vars samverkansprogram Fordonsutveckling och Hållbar produktionsteknik administreras av VINNOVA
ffp	PFF-programmet fordonsforskningsprogrammet, 1993–2008
FKG	Fordons Komponent Gruppen
FMS	Flexibla monteringsystem
FMV	Försvarets materielverk
FoU	Forsknings och utveckling
HH	Högskolan i Halmstad
HHS	Handelshögskolan i Stockholm
HiG	Högskolan i Gävle
HiS	Högskolan i Skövde
HV	Högskolan Väst
IMIT	Institute for Management of Innovation and Technology
IPP	EU-direktivet Integrated Product Policy
IPS	FCCs mjukvara Industrial Path Solution
IT	Informationsteknik. I denna rapport även använt för att beteckna området ”industriell IT”
ITM	Institutet för tillämpad matematik, som senare gick upp i FCC

ITV	Nutek-/VINNOVA-programmet IT i verkstadsindustrin, 1996–2004
IVL	IVL Svenska miljöinstitutet
JTH	Jönköpings tekniska högskola
KaU	Karlstad universitet
KC	Nutek-/VINNOVA-programmet Kompetenscentra, 1995–2003
KKS	Stiftelsen för kunskaps- och kompetensutveckling (KK-stiftelsen)
KSP	VINNOVA-programmet Komplexa sammansatta produkter, 2003–2009
KTH	Kungl tekniska högskolan
KTS	Komplexa tekniska system
LCC	Livscykelkostnad (Life cycle cost)
LiU	Linköpings universitet
LTU	Luleå tekniska universitet
LU	Lunds universitet
MaH	Malmö högskola
MdH	Mälardalens högskola
MiU	Mittuniversitetet
MERA	VINNOVA-programmet Manufacturing Engineering Research Area, 2005–2010
Mistra	Stiftelsen för miljöstrategisk forskning
MTC	Stiftelsen Marknadstekniskt Centrum
NFFP	FMV-/VINNOVA-programmet Nationella flygtekniska forskningsprogrammet, 1993–
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Nutek	Verket för näringslivsutveckling (före 2001 Närings- och teknikutvecklingsverket), bildades 1991 genom en sammanslagning STU, STEV och SIND
PPF	Programrådet för fordonsforskning
PDS	Produktdatasystem i verkstadsföretag
PMP	VINNOVA-programmet Produktionsstrategier och modeller för produktframtagning, 2009–2015 (ej vedertagen förkortning)
PPU	CTHs institution för Produkt- och produktionsutveckling
PROPER	SSF-programmet Production Engineering Education and Research, 1998–2004
Saab	Saab AB, d.v.s. flyg- och försvarskoncernen
SIK	SIK - Institutet för Livsmedel och Bioteknik
SIND	Statens Industriverk
SP	SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SSF	Stiftelsen för strategisk forskning
STATT	Sveriges tekniska attachéer
STU	Styrelsen för teknisk utveckling

STEV	Statens Energiverk
SVID	Stiftelsen Svensk industridesign
TID	Teknologiskt integrerad detaljtillverkning
TIP	VINNOVA-programmet Tillverkningsindustrins produktframtagning, 2002–2005
TSF	VINNOVA-programmet Tillverkning i ständig förändring, 2009–2015 (ej vedertagen förkortning)
UmU	Umeå universitet
UoH	Universitet och högskola
UU	Uppsala universitet
VAMP	Nutek-/VINNOVA-programmet Verkstadsindustrins användning av material i sina produkter, 1996–2007
VAC	Volvo Aero Corporation
VGR	Västra Götalandsregionen (landstinget)
VINNOVA	Verket för innovationssystem
Volvo LV	Volvo Lastvagnar
Volvo PV	Volvo Personvagnar

Bilaga B: Intervjupersoner

Jonas Almgren, Volvo PV
Matts Andersson, NobelBiocare/Ortoma
Sverker Andreasson, Bau How (f.d. NCC)
Lena Apelskog Killander, Laird Technologies
Lars Avellán, Swerea IVF
Christian Berggren, LiU
Anders Carlsson, Volvo PV
Johan Carlsson, FCC
Thomas Carlström, Industrifonden
Andrew Davies, Imperial College
Bengt-Olof Elfström, VAC
Rolf Ericsson, f.d. Volvo PV
Billy Fredriksson, F.d. Saab
Lars Frenning, SSF ProViking
Johan Granath, Volvo 3P/AB Volvo
Urban Harrysson, fcubic
Per G. Hedström, f.d. Electrolux
Martin Helgesson, Sandvik
Jonas Hjelm, Oxyma Innovation
Sven Hjelm, Scania
Berndt Holmer, Swerea IVF
Bengt Johansson, VINNOVA
Alexander Kaplan, LTU
Lennart Karlsson, LTU
Mats Karlsson, Outokumpu Stainless Automotive
Heikki Klemola, f.d. VTT
Jan Krispinsson, Gestamp HardTech
Ralf Larson, Arcam
Tobias Larsson, LTU
Bengt Liljedahl, Hägglunds Drives
Matthias Lindahl, LiU
Henrik Lundell, Prototal
Anders Lyckstedt, BT Trucks/Toyota Material Handling Europe
Johan Lööf, VAC
Anders Marén, VINNOVA

Björn Mattsson, Volvo PV
Oksana Mont, LU
Evald Ottosson, Protech
Magnus René, Arcam
Lars-Göran Rosengren, AB Volvo
Mikael Rosenqvist, PE Consultants
Henrik Runnemalm, VAC
Jan Sjögren, Swerea IVF
Johan Stahre, CTH
Rikard Söderberg, CTH
Göran Uebel, Tillväxtverket
Olle Vogel, KKS
Boel Wadman, Swerea IVF
Per-Johan Wahlborg, Swerea IVF
Mats Werke, Swerea IVF

Bilaga C: Enkät industrideltagare

1. Vilket företag arbetar du på?
2. Vilket företag arbetade du på vid tiden för projektdeltagandet? (Om annat företag)
3. Vilken position innehar du i företaget?
 - Forskare
 - Projektledare
 - Specialist
 - Administratör
 - Annan, nämligen:
4. Denna enkät omfattar i första hand effekterna av VINNOVAprogrammen nedan. I vilket/vilka av dessa har du deltagit?
 - IT i verkstadsindustrin (ITV, 1997–2003, fram till 2001 inom Nutek)
 - Tillverkningsindustrins produktframtagning (TIP, 2001–2005)
 - Effektiv produktframtagning (EP, 2003–2009)
 - Komplexa sammansatta produkter (KSP, 2003–2009)
 - Manufacturing Engineering Research Area (MERA, 2005–2008)
5. I vilka av följande program har du dessutom deltagit/deltar du?
 - Nationella flygtekniska forskningsprogrammet (NFFP, 1994–)
 - fordonsforskningsprogrammet (ffp, 1994–2008)
 - Kompetenscentra (KC, 1995–2003)
 - Verkstadsindustrins användning av material i sina produkter (VAMP, 1997–2007)
 - Aktiv industriell samverkan (AIS, 1998–2000)
 - Flexibla monteringsystem (FMS, 1990–1997)
 - Teknologiskt integrerad detaljtillverkning (TID, 1993–2000)
 - Komplexa tekniska system (KTS, 1994–2002)
 - Datorintegrerad detaljtillverkning (DDT, 1990–1997)
 - Produktdatasystem i verkstadsföretag (PDS, 1990–1997)
6. Inom vilket av följande fyra områden skulle du i första hand vilja placera ditt företags projektdeltagande inom ramen för ovan nämnda forskningsprogram?
 - Funktionsförsäljning
 - Friformsframställning
 - Geometrisäkring (Avser här alla aktiviteter som syftar till att minimera effekterna av geometrisk variation i färdig produkt)
 - IT-understödda tillverkningsprocesser (Avser här endast formning, skärande bearbetning, värmebehandling och fogning)
 - Inget av dessa områden

7. Ange projekttitel/-ar för det/de projekt inom de fem programmen i fråga 4 (ITV, TIP, EP, KSP och MERA) som du har deltagit i. Ange även program.

- Projekt 1
- Projekt 2
- Projekt 3
- Projekt 4

8. Vilken roll hade du i respektive projekt?

(Alternativ: Projektledare för företagets räkning, Projektmedarbetare, Medlem i referensgrupp, Medlem i styrgrupp,Handledare för industridoktorand, Annan)

- Projekt 1
- Projekt 2
- Projekt 3
- Projekt 4

9. Vilket var det huvudsakliga motivet till företagets deltagande i projektet/en?

(Alternativ: Kompetensförsörjning (genom produktion av forskarutbildade), Kompetensutveckling av befintlig personal, Tillgång till ny teknik, Förbättra samarbetet med UoH, Förbättra samarbetet med andra företag, Mer vetenskapligt arbetssätt inom FoU i företaget, Ökad anpassningsförmåga i industriella processer inom företaget, Annat)

- Projekt 1
- Projekt 2
- Projekt 3
- Projekt 4

10. Upplevde företaget att det angivna motivet på föregående fråga blev tillfredställt genom projektet?

(Alternativ: Helt, I stor utsträckning, Till viss del, Inte alls, Vet ej)

- Projekt 1
- Projekt 2
- Projekt 3
- Projekt 4

11. Känner du till om projektet/-n företaget deltagit i (angett i fråga 7) kommit att leda till att något av följande? Har du deltagit i flera program så är även flera svarsalternativ möjliga på varje rad.

(Alternativ: ITV, TIP, EP, KSP, MERA)

- Utveckling av företagets tjänsteutbud
- Utveckling av företagets produktutbud
- Etablering av för företaget nya affärsmarknader
- Demonstrator/prototyp
- Användning av för företaget nya processer, metoder eller tester
- Användning av för företaget ny programvara

- Artiklar i vetenskapliga tidskrifter
 - Andra artiklar
 - Doktorsavhandlingar
 - Licentiatavhandlingar
 - Patentansökningar
 - Erhållna patent
 - Förbättrade rutiner för kvalitetssäkring
 - Kompetensutvecklad personal
 - Spinoff-företag
12. Vilket eller vilka av projektet/-n företaget deltagit i (angett i fråga 7) byggde vidare på projekt i följande offentligt stödda program? Om flera program bidragit, vänligen ange det som bidragit mest.
- ((Alternativ: Nationella flygtekniska forskningsprogrammet (NFFP, 1994–), fordonsforskningsprogrammet (ffp, 1994–2008), Kompetenscentra (KC, 1995–2003), Verkstadsindustrins användning av material i sina produkter (VAMP, 1997–2007), Aktiv industriell samverkan (AIS, 1998–2000), Flexibla monteringsystem (FMS, 1990–1997), Teknologiskt integrerad detaljtillverkning (TID, 1993–2000), Komplexa tekniska system (KTS, 1994–2002), Datorintegrerad detaljtillverkning (DDT, 1990–1997), Produktdatasystem i verkstadsföretag (PDS, 1990–1997))
- Projekt 1
 - Projekt 2
 - Projekt 3
 - Projekt 4
13. Gav projektet/-n företaget deltagit i (angett i fråga 7) upphov till något nytt projekt inom företaget (inte nödvändigtvis FoU-projekt)?
- Nej
 - Vet ej
 - Ja (ange vilket eller vilka nya projekt samt eventuellt finansier)
14. Vilka samarbetspartners hade ni i det/de nya projektet/-n? (Flera alternativ är möjliga att välja)
- Samma företag som i projekten i fråga 7
 - Andra företag
 - Samma forskare som i projekten i fråga 7
 - Andra forskare
 - Inga externa samarbetspartners
 - Vet ej
15. Ange företagsnamnet för de tre viktigaste företagsparterna i de nya projekten
- Företag 1
 - Företag 2
 - Företag 3

16. Ange lärosäte/forskningsinstitut (samt kontaktperson om möjligt) för de tre viktigaste samarbetena med forskningsutförare i de nya projekten

- Forskningsutförare 1
- Forskningsutförare 2
- Forskningsutförare 3

17. Uppstod samarbetet/-n från fråga 15 och 16 huvudsakligen som ett resultat av ditt företags deltagande i VINNOVA-projektet/-n i fråga 6?

(Alternativ: Ja, Nej, Vet ej)

- Företag 1
- Företag 2
- Företag 3
- Forskningsutförare 1
- Forskningsutförare 2
- Forskningsutförare 3

18. Vad resulterade detta/dessa nya samarbete/-n i?

(Alternativ: Företag 1, Företag 2, Företag 3, Forskningsutförare 1, Forskningsutförare 2, Forskningsutförare 3)

- Utveckling av företagets tjänsteutbud
- Utveckling av företagets produktutbud
- Etablering av för företaget nya affärsmarknader
- Demonstrator/Prototyp
- Användning av för företaget nya processer, metoder eller tester
- Användning av för företaget ny programvara
- Artiklar i vetenskapliga tidskrifter
- Andra artiklar
- Doktorsavhandlingar
- Licentiatavhandlingar
- Patentansökningar
- Erhållna patent
- Förbättrade rutiner för kvalitetssäkring
- Kompetensutvecklad personal
- Spinoff-företag

19. I vilken utsträckning har projektet/-n företaget deltagit i (angett i fråga 7) bidragit till ökat deltagande i EU:s ramprogram (Ange på skalan 1 (Ingen utsträckning) - 4 (I mycket stor utsträckning))

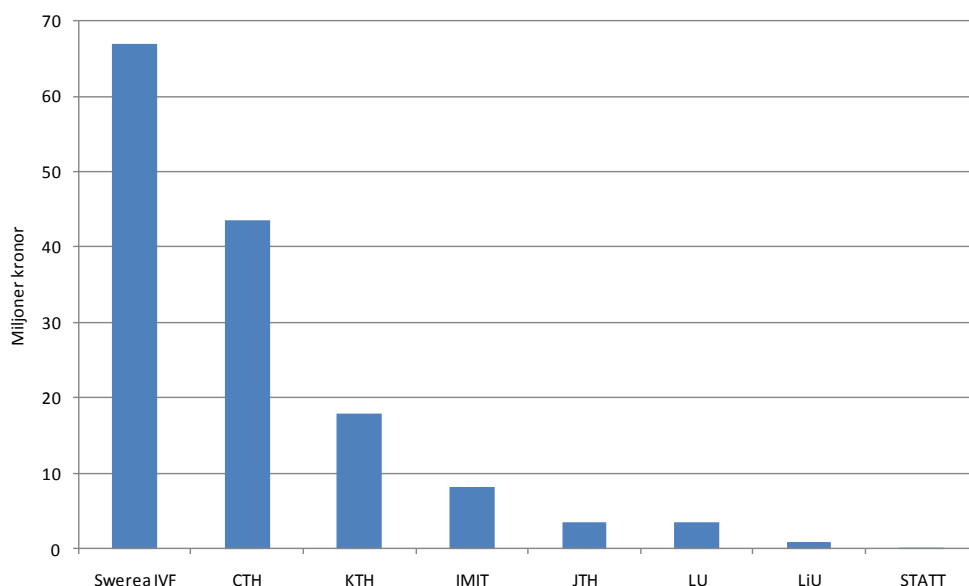
(Alternativ: 1, 2, 3, 4, Kan inte bedöma/Vi deltar inte i EU:s ramprogram)

- Projekt 1
- Projekt 2
- Projekt 3

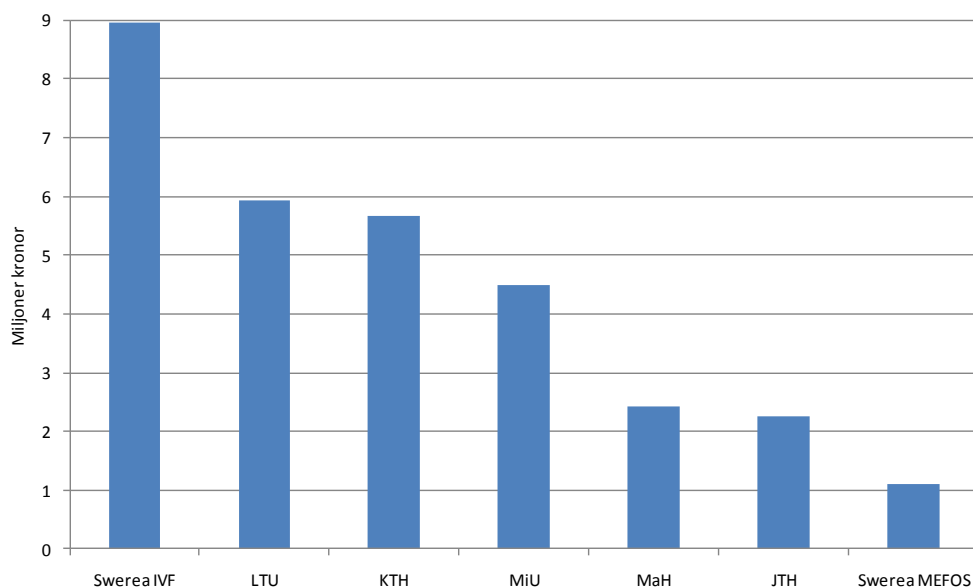
- Projekt 4
20. Vad har deltagandet i något av de i fråga 4 angivna VINNOVAprogrammen (ITV, TIP, EP, KSP och MERA) betytt för dig personligen? Indikera från 1 (inget alls) – 4 (mycket)
- (Alternativ: 1, 2, 3, 4, Kan inte bedöma)
- Ökad kännedom om vilken forskning som bedrivs i Sverige
 - Ökad kännedom om vilken forskning som bedrivs internationellt
 - Ökad insikt i UoHs/instituts förutsättningar att lösa industrins problemställningar
 - Ökad insikt i vetenskapliga arbetssätt
 - Nya kontakter med andra företag
 - Fördjupade kontakter med andra företag
 - Nya kontakter med forskare
 - Fördjupade kontakter med forskare
 - Startat nytt företag (/spin-off)
21. Finns det andra effekter av ditt företags projektdeltagande inom de fem programmen (ITV, TIP, EP, KSP och MERA) som VINNOVA/Nutek initierade och som inte har uppmärksamats i denna enkät?
22. Finns det något i övrigt du skulle vilja tillägga? (Här har du plats för att ge kommentarer på föregående frågor samt att ge avslutande eller sammanfattande synpunkter)
23. Om vi vill komma i kontakt med dig för att ställa följdfrågor, vilket nummer når vi dig på?
- Jag vill inte bli kontaktad
 - Ni får gärna kontakta mig för en kortare intervju på följande nummer:

Bilaga D: Programmen i siffror

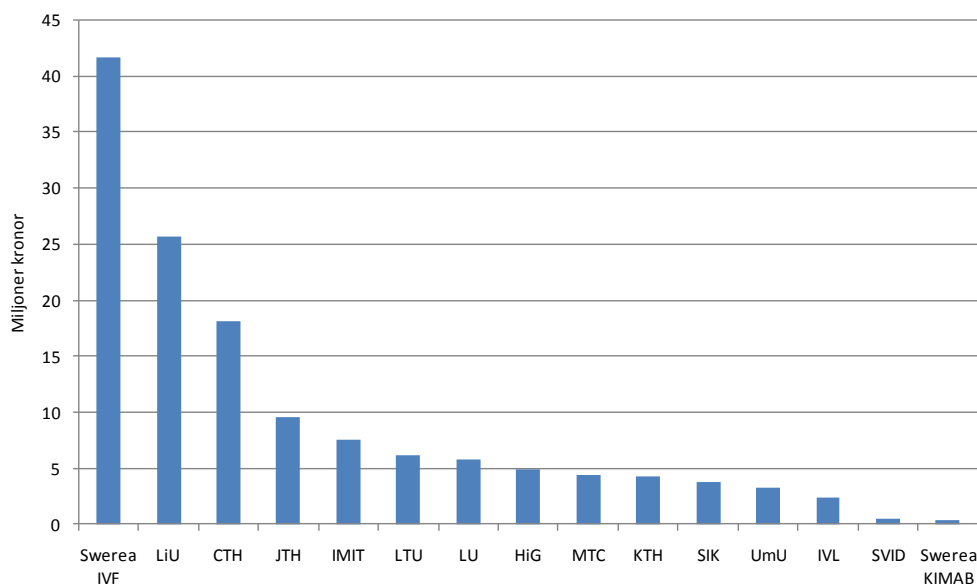
Uppgifterna i denna bilaga baseras på VINNOVAs beviljade anslag, inte de faktiskt utbetalda, men dessa uppgifter är så gott som alltid identiska. Dessa figurer, och alla andra liknande uppgifter i denna rapport, tar hänsyn till transfereringar av anslag från projektkoordinator till annan projektpartner, om inte annat specifikt anges.



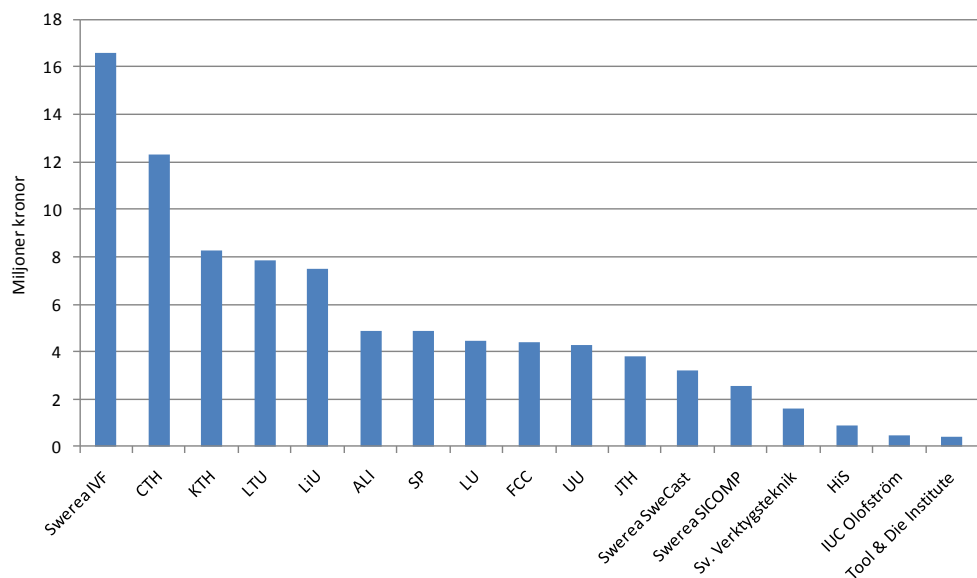
Figur 56 Slutmottagare av offentliga anslag i ITV.



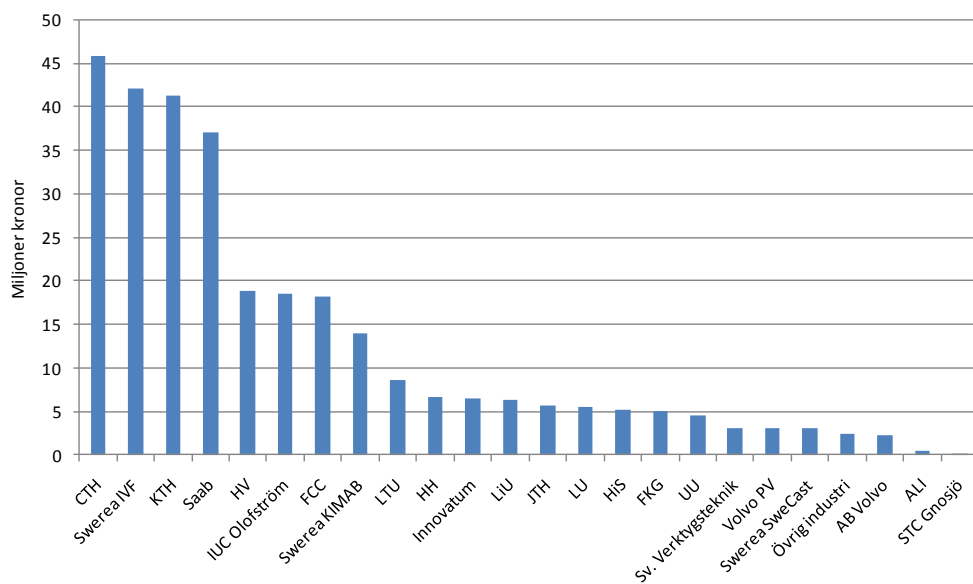
Figur 57 Slutmottagare av offentliga anslag i TIP.



Figur 58 Slutmottagare av offentliga anslag i EP.



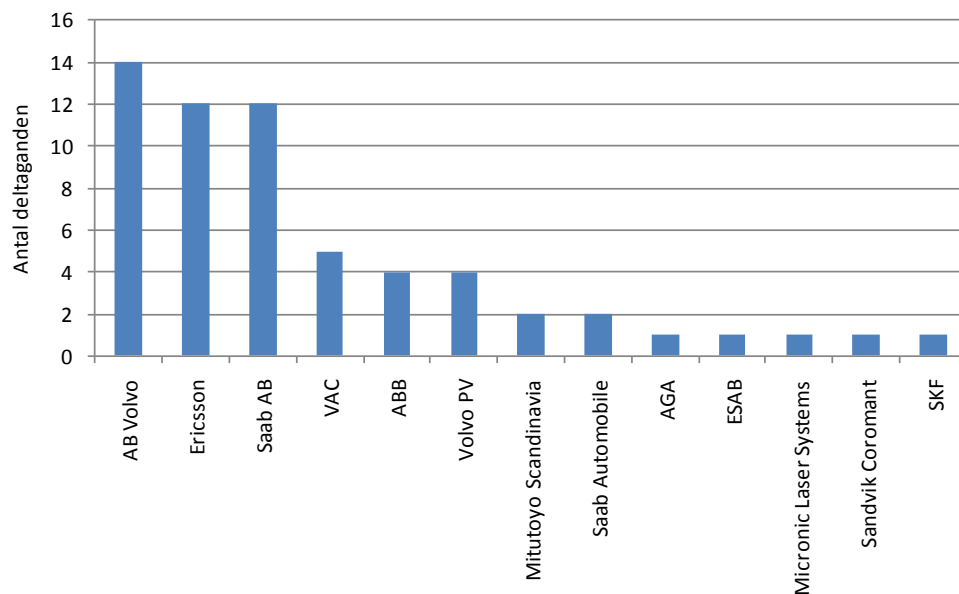
Figur 59 Slutmottagare av offentliga anslag i KSP.



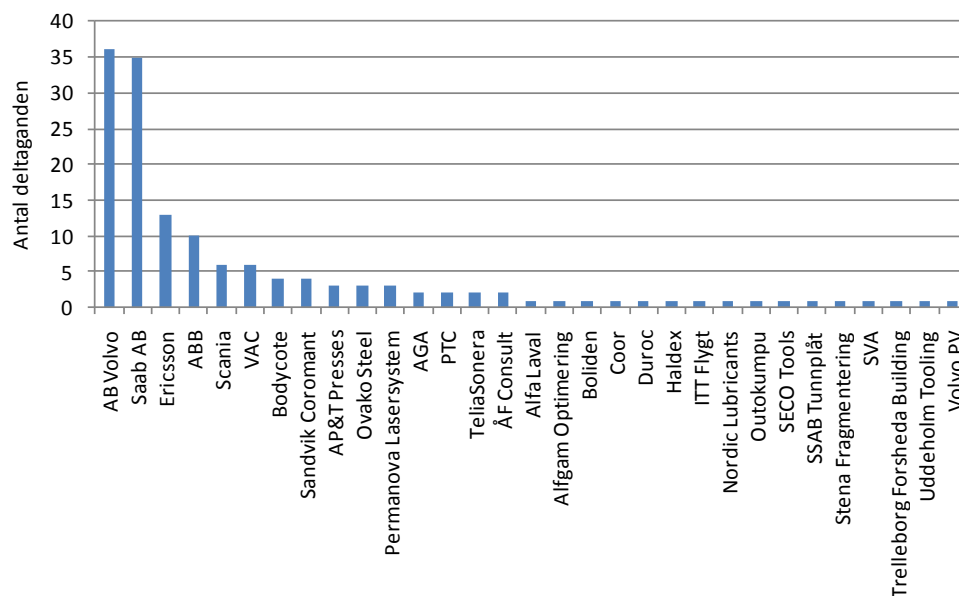
Figur 60 Slutmottagare av offentliga anslag i MERA.

Bilaga E: Ramprogramsdeltagande

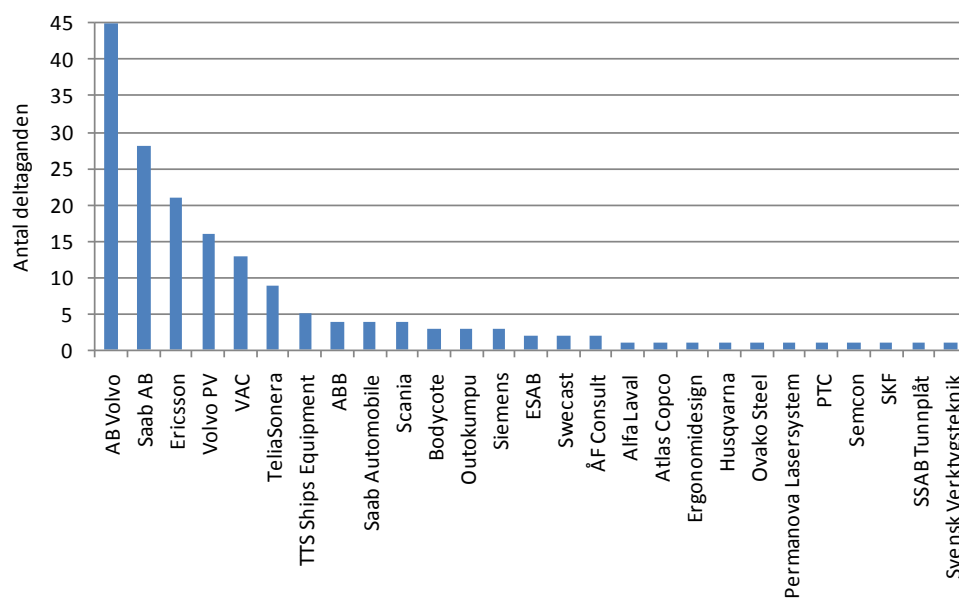
Uppgifterna i denna bilaga baseras på uppgifter i VINNOVAs databas över svenskt deltagande i EUs ramprogram. Uppgifterna kommer ursprungligen från Europeiska kommissionen, men har vidarebearbetats av VINNOVA. Figuren inkluderar endast deltagande av svenska företag som också deltagit i något av de fem VINNOVA-programmen.



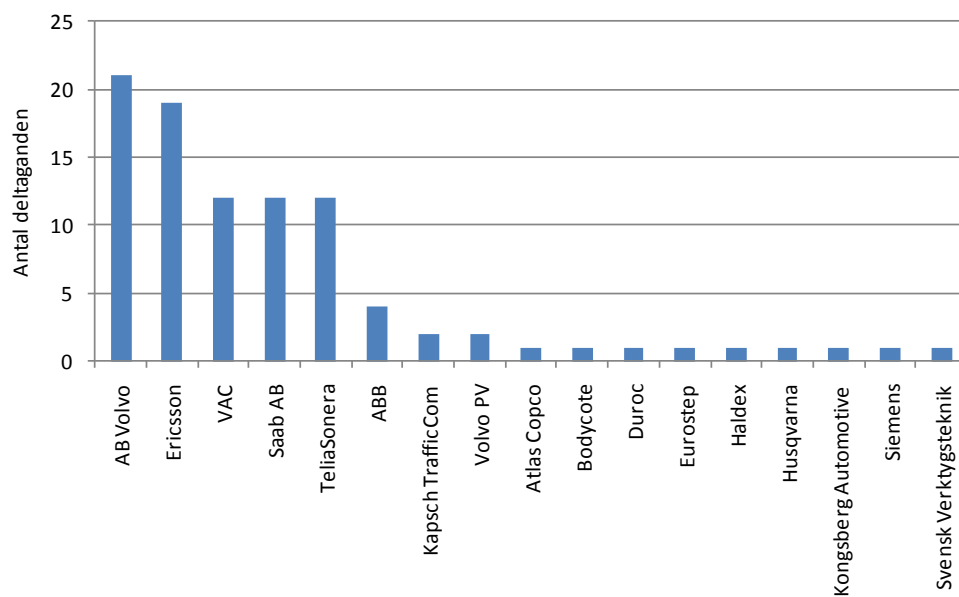
Figur 61 Svenska företags deltagande i RP3.



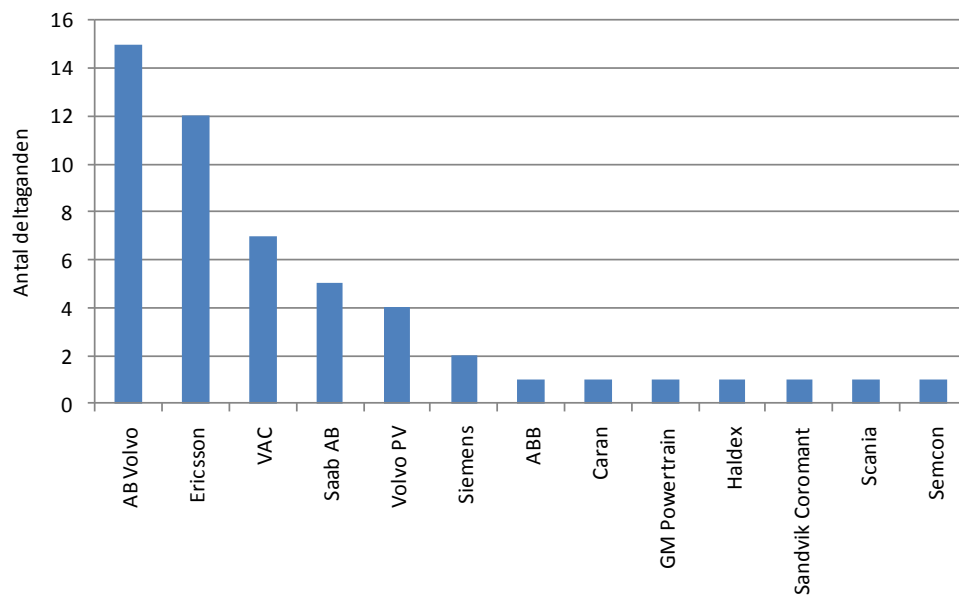
Figur 62 Svenska företags deltagande i RP4.



Figur 63 Svenska företags deltagande i RP5.



Figur 64 Svenska företags deltagande i RP6.



Figur 65 Svenska företags deltagande hittills i RP7. Observera att RP7 fortfarande pågår, så betydligt fler svenska deltaganden torde tillkomma.

Faugert & Co Utvärdering AB
Grevgatan 15, 1 tr
114 53 Stockholm
Sweden
T +46 8 55 11 81 11
F +46 8 55 11 81 01
E tomas.astrom@faugert.se
www.faugert.se
www.technopolis-group.com