



VINNOVA ANALYS
VA 2010:06

SAMMANFATTNING EFFEKTANALYS

AV STÖD TILL STRATEGISKA UTVECKLINGSOMRÅDEN
FÖR SVENSK TILLVERKNINGSINDUSTRI



TOMAS ÅSTRÖM, TOMMY JANSSON, PAULINE MATTSSON,
SVEN FAUGERT, JAKOB HELLMAN & ERIK ARNOLD

Titel: SAMMANFATTNING - Effektanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri

Författare: Tomas Åström, Tommy Jansson, Pauline Mattsson, Sven Faugert, Jakob Hellman & Erik Arnold
Faugert & Co Utvärdering AB - Technopolis group

Serie: VINNOVA Analys VA 2010:06 (kortversion av VINNOVA Analys VA 2010:05)

ISBN: 978-91-86517-15-1

ISSN: 1651-355X

Utgiven: Juli 2010

Utgivare: VINNOVA –Verket för Innovationssystem / *Swedish Governmental Agency for Innovation System*

VINNOVA Diariernr: 2009-01901

Om VINNOVA

Vi är en statlig myndighet under Näringsdepartementet som ska bidra till att höja tillväxten och välbefindandet i hela landet. Målen delar vi med många, men sättet att gå till väga är i högsta grad vårt eget.

Vårt speciella ansvarsområde är innovationer kopplade till forskning och utveckling – det vill säga nyskapande, framgångsrika produkter, tjänster eller processer med vetenskaplig bas. Våra uppgifter är att finansiera den behovsmotiverade forskningen som ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett välmående samhälle behöver, samt att stärka de nätverk som är nödvändiga kring det arbetet.

Vår vision är: ”VINNOVA bidrar tydligt till att Sverige utvecklas till ett ledande tillväxtland.”

Under många år har Sverige legat i täten internationellt när det gäller investeringar i FoU, särskilt näringslivet har gjort stora FoU-investeringar. VINNOVA bidrar till att Sverige hamnar i täten också i tillväxt.

I serien VINNOVA Analys publiceras studier, analyser, utredningar och utvärderingar som tagits fram inom eller på uppdrag av vår avdelning för Verksamhetsutveckling.

Strategin för vårt arbete med effektanalyser är att:

- successivt bygga upp den metodologiska kompetensen
- genomföra effektstudier utifrån olika effektperspektiv
- genomföra effektstudier för våra samtliga verksamheter
- formulera nödvändiga krav på våra uppföljningsrutiner

FORSKNING OCH INNOVATION FÖR HÅLLBAR TILLVÄXT

I VINNOVAs publikationsserier redovisar bland andra forskare, utredare och analytiker sina projekt. Publiceringen innebär inte att VINNOVA tar ställning till framförda åsikter, slutsatser och resultat. Undantag är publikationsserien VINNOVA Policy som återger VINNOVAs synpunkter och ställningstaganden.

VINNOVAs publikationer finns att beställa, läsa och ladda ner via www.VINNOVA.se. Tryckta utgåvor av VINNOVA Analys, Forum och Rapport säljs via Fritzes, www.fritzes.se, tel 08-598 191 90, fax 08-598 191 91 eller order.fritzes@nj.se

SAMMANFATTNING - Effektanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri

av

Tomas Åström, Tommy Jansson, Pauline Mattsson,
Sven Faugert, Jakob Hellman & Erik Arnold

Faugert & Co Utvärdering AB

technopolis |group|

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

Förord

För att förstå och dra lärdom av de långsiktiga effekterna av VINNOVAs insatser genomförs effektanalyser. I dessa analyseras effekter av flera relaterade insatser än de som omfattas av enskilda program.

Denna sammanfattning behandlar effekter av fem program under perioden 1996-2009 inom produktframtagningssområdet, med stöd från VINNOVA och Nutek. De FoU-insatser som studeras kan konstateras ha varit viktiga för de deltagande företagens val och möjligheter att driva utvecklingsprojekt inom produktframtagningssområdet. Hela studien återfinns i VINNOVAs publikation "Effektanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri" (VINNOVA Analys, VA 2010:05).

Programmen har sammantagna lett till effekter av betydande värde. Viktiga effekter är stärkt konkurrenskraft hos deltagande företag, som en följd av nya affärsmöjligheter och nya affärer. Det har i det sammanhanget skett en utveckling av arbetssätten och samverkansmönstren i företagen, ibland radikalt, bland annat i riktning mot *open innovation*.

Utvecklingen av teknik och arbetssätt har främst skett inom befintliga, ofta större, företag. Programmen har emellertid även genererat teknikspridning, inom och mellan olika branscher respektive till små och medelstora företag. Däremot har satsningarna inte genererat nya företag i nämnvärd omfattning.

De effektanalyser som VINNOVA genomför på regeringens uppdrag är mycket betydelsefulla genom att de tillhandahåller en beskrivning och förståelse av de mer övergripande och långsiktiga effekterna av investeringar i forskning, innovation och hållbar tillväxt. Vi tackar alla som antingen direkt bidragit eller delat med sig av sina erfarenheter och därmed möjliggjort genomförandet av denna studie.

VINNOVA i juli 2010

Charlotte Brogren
Generaldirektör

Göran Marklund
Direktör
Avdelningschef för Verksamhetsutveckling

Innehåll

Inledning	7
Övergripande effekter	8
Delstudie funktionsförsäljning	8
Delstudie friformsframställning	9
Delstudie industriell IT	10
Sammanfattning av övergripande effekter.....	11
Om effekters uppkomst	13
Policyslutsatser	17
Delstudie funktionsförsäljning	21
Effekter för industrin	22
Första ordningens effekter	22
Andra ordningens effekter	25
Effekter för FoU-utförare	26
Delstudie friformsframställning	28
Effekter för industrin	29
Första ordningens effekter	29
Andra ordningens effekter	29
Effekter för FoU-utförare	32
Delstudie industriell IT	34
Effekter för industrin	36
Första ordningens effekter	36
Andra ordningens effekter	38
Effekter för FoU-utförare	40
Bakgrund	42
Programmen och avgränsningarna	43
Genomförande	49

Inledning

Denna effektanalys behandlar effekterna av i första hand fem program som VINNOVA och dess företrädare Nutek 1996–2009 bedrev inom produktframtagningensområdet. Den består av 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 naturinsatser.

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-finansiärerna 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 finansiärs i sammanhanget relevanta FoU-satsningar beaktats.

Övergripande effekter

I detta avsnitt redovisas de övergripande, långsiktiga effekter som hittills kunnat konstateras per område. För detaljer om de fem programmen och de tre delstudierna, samt för en detaljerad genomgång av de resultat som framkommer i denna studie, hänvisas såväl till senare delar av denna sammanfattning som till huvudrapporten.

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 omfattning 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-resultat 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 företagens 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 ansenligt antal forskarutbildade har examinerats inom området och merparten av dessa verkar nu i industrin, vilket torde underlätta spridningen av funk-

tionsförsäljning och, genom den ökade absorptionskapacitet detta innebär, allmänt förbättrade möjligheter för företagen att ta till sig externa FoU-resultat.

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 flera fall 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 prototypstillverkning, 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.

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.

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 prototypstillverkning inom hela verkstadsindustrin, och det är inom eller mellan företagen som utvecklingen fortsatt. Vi har dock inte kunnat belägga att denna utveckling har sin grund i Nuteks satsningar på 1990-talet, samtidigt som det förefaller rimligt att anta att IVFs insatser åtminstone underlättat spridningen av tekniken. Inom medicinska tillämpningar finns däremot mer direkta resultat av VINNOVAs satsningar, men de är mer sentida.

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 forskarutbildad personal 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 på ett större antal FoU-utförare, men det finns också här 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.

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.

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, och FoU-stöden på dessa områden har lagt grund till Wingquistlaboratoriet, som fått omfattande fortsatt stöd från både VINNOVA och SSF, samt inom ramen för regeringens satsning på strategiska forskningsområden.

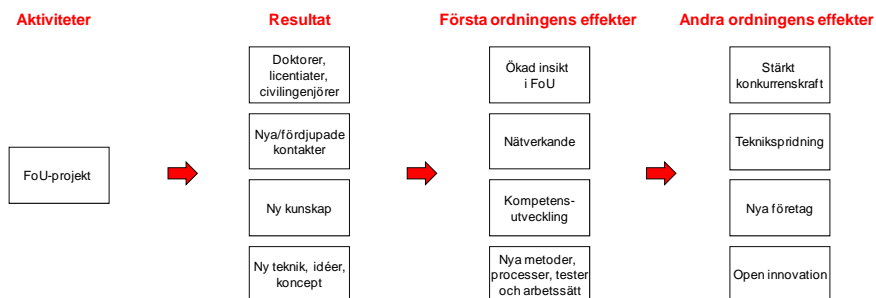
På motsvarande sätt, men i mindre skala, har institutionen för Industriell produktion vid Kungl tekniska högskolan (KTH) stärkts som resultat av deltagandet i de fem programmen och den har fått omfattande fortsatt stöd inom ramen för regeringens satsning på strategiska forskningsområden. En ny FoU-miljö 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. Swe-rea 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.

Sammanfattning av övergripande effekter

De påvisade övergripande och långsiktiga (andra ordningens) effekterna inom de tre delstudierna i denna studie kan sammanfattas under ett antal rubriker, vilkas innebörd avsiktligt är en summariska för att medge överblick. Dessa effekter kan utgöra underlag för en översiktlig effektlogik, se Figur 1, som visar hur sambanden ser ut när ”det fungerar som det ska” – vilket effektanalysen visat att det inte alltid gör.

Figur 1 Översiktlig effektlögik för de fem programmen



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 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 märkande 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 här 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.

Om effekters uppkomst

De fem program som denna effektanalys har fokuserat på är:

- ITV (IT i verkstadsindustrin, 1996–2004), ett program som syftade till att stötta samverkan mellan CTH och IVF och särskilt att hjälpa CTH att utveckla forskning inom produktionsteknik. Projekten definierades i stor utsträckning av FoU-utförarna själva och industrin medverkade i referensgrupper
- TIP (Tillverkningsindustrins produktframtagning, 2002–2005) som i mångt och mycket var 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
- KSP (Komplexa sammansatta produkter, 2003–2009), med ett 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
- EP (Effektiv produktframtagning, 2003–2009) som hade samma konstruktion som KSP
- MERA (Manufacturing Engineering Research Area, 2005–2010), vilket 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

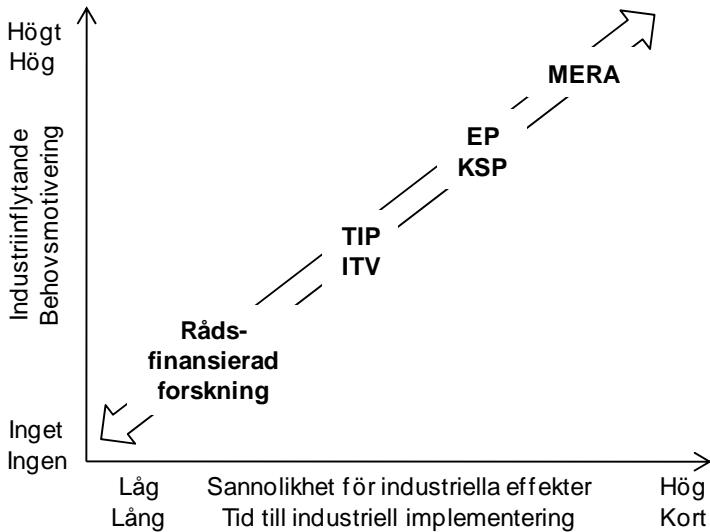
Eftersom de offentliga FoU-anslagen i allt väsentligt gått till att finansiera arbete utfört av UoH och institut är de effekter som åstadkoms i industrin indirekta. Offentliga kronor omsätts i arbete hos FoU-utförare som producerar FoU-resultat och examinandor som i sin tur kan absorberas av och ge effekter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

Förenklat uttryckt hör de fem programmen hemma i tre olika programgenerationer där industriinflytandet och industrimedverkan efterhand ökat. 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, vilket 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 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 samtliga 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 mycket förenklat – beskrivas som i Figur 2. 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 tillfredsställande av kortsiktiga behov på bekostnad av mer långsiktig teknikutveckling. 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 2).

Figur 2 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. 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.

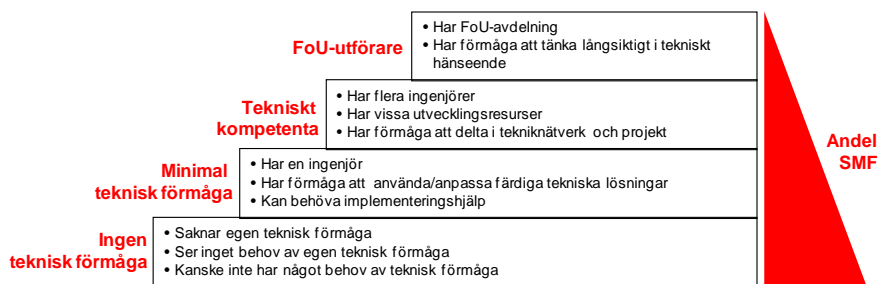
Om syftet är att uppnå industriella effekter, tror vi att det är mycket viktigt att företagen inte bara deltar i problemformuleringen utan också aktivt deltar i FoU-arbetet. Ett sådant aktivt engagemang ökar radikalt sannolikheten för att de första ordningens effekter som framgår av Figur 1 ska uppstå. Det är sannolikt i dyna-

miken mellan företag och FoU-utförare, liksom mellan 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 (jmf. Figur 1). 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 3. 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 3 Teknikkompetenshierarki i industrin.³



³Inspirerad av E. Arnold and J. Bessant, "Nutek Evaluation of the AMT Action Areas", Nutek, 1993.

Polycyslutsatser

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 emellertid med sig risker i termer av inlåsnings 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 finansiärers 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 och genomförande 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 inte desto mindre 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 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 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 till 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. 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, 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 till företag som vill ta de fortsatta stegen mot kommersialisering av FoU-resultat.

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

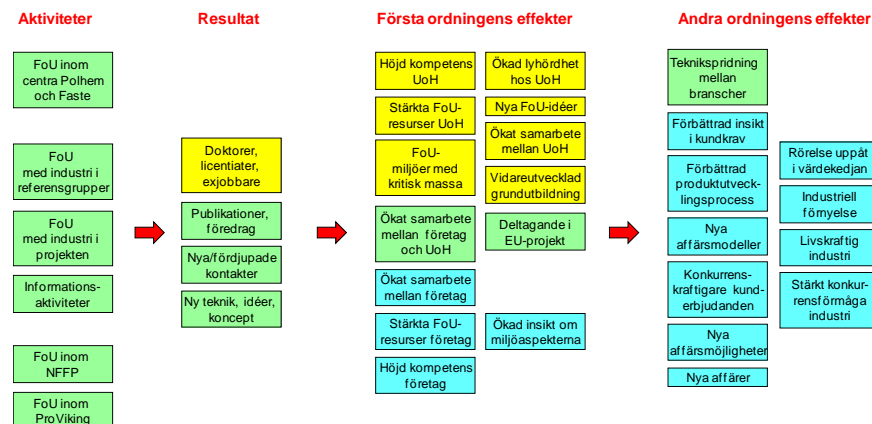
- Ett systemperspektiv där alla FoU-finansiärers satsningar beaktas är nödvändigt för att på ett trovärdigt sätt kunna etablera orsaks-verkans-samband. Det torde endast i undantagsfall vara möjligt att entydigt attribuera en effekt till en enskild finansiärs FoU-program
- Hade denna effektanalys fokuserat på andra områden inom produktframtagningsområdet hade delvis andra och möjligen fler effekter kunnat konstateras

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 kopian. 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.

Figur 4 beskriver hur vi, baserat på vår insamlade empiri, tror att effektlogiken inom området utvecklats och hur de offentliga insatserna lett till effekter i industrin. Vår analys har fokuserat på vad som kan bedömas vara landets två mest betydelsefulla FoU-miljöer inom området, vilka återfinns vid LiU och LTU. FoU-aktiviteterna har genomförts inom fyra av de fem programmen (ej i MERA) och framför allt för LTU-miljön också inom ramen för andra VINNOVA-program samt inom SSFs ProViking. Dessa aktiviteter har så småningom lett till direkta resultat. Med tiden har dessa resultat utvecklats till första ordningens effekter på såväl FoU-utförare som på deltagande företag. På än längre sikt har dessa effekter i sin tur lett till andra ordningens effekter.

Figur 4 Effektlögik 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



Tabell 1 visar antalet forskarutbildade som delfinansierats i projekt inom de fem programmen av relevans för funktionsförsäljningsområdet. Samtliga dessa examinatorer har fortsatt forskningsrelevanta arbetsuppgifter.

Tabell 1 Sammanställning över examinatorer inom funktionsförsäljning. "Andel" avser andel av "Totalt"

	Licentiater		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%

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 tjänstebud (50%) och användning av för företaget nya processer, metoder eller tester (40%). Ser vi till industrirespondenternas upplevda grad av målpuffyllelse 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 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 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 de 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 fortfarande aktiva 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 då delvis av Styrelsen för teknisk utveckling (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 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 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.

Sedmera 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). 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, 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 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 de båda 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 från de första stapplande stegen på funktionsförsäljningsstigen, besitter VAC nu förmågan att formulera ömsesidigt attraktiva kunderbudanden. I detta sammanhang hjälper forskningen vid UoH och den tydligt höjda egna forskarkompetensen⁴ företaget att på ett fundamentalt plan

⁴ VAC har enligt egen uppgift ökat antalet anställda doktorer från två på 1970-talet till ett femtiotal idag.

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 de rejäla satsningar i FoU som företaget gjorde i början av 1990-talet och 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).

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.

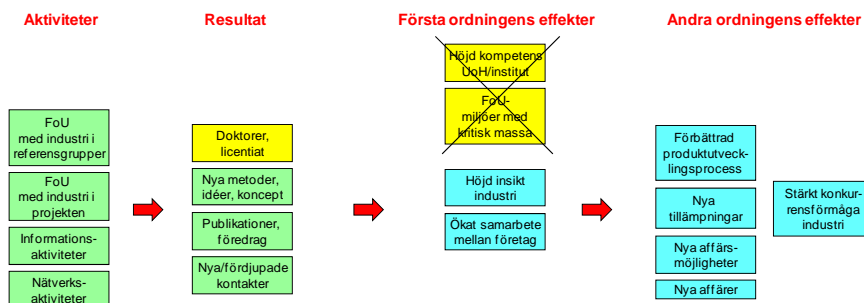
Delstudie friformsframställning

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.

Figur 5 visar hur vi, på basis av tillgänglig empiri, försökt återskapa vad som faktiskt inträffat som resultat av en programsatsning som Nutek gjorde inom FFF 1990–1996, vilken dock inte är ett av de fem program som denna studie fokuserar på. I denna effektlogik består det första ledet av de aktiviteter som Nutek finansierade. Det andra ledet identifierar de resultat som insatserna gav upphov till. Därefter följer effekter, av första och andra ordningen. De effekter som överkursats har vi *inte* observerat och vi återkommer senare till vad vi tror att detta innebär.

Figur 5 Effektlögik för FFF. Gula rutor indikerar resultat och effekter i FoU-utförarnas värld, blå rutor effekter på företagen och gröna rutor gemensamma aktiviteter och resultat



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 innebär 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 innebär aktiviteterna nya och fördjupade kontakter mellan företagen; av flera intervjupersoner beskrivs detta som en tid av pionjäranda, 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.

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 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 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 Protototal.

Protototal, 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 Protototal 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 Protototal 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 Protototal 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 titaluminid (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-tillagertillverkning. 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.

Effekter för FoU-utförare

Inom de fem VINNOVA-program vi särskilt studerat finns endast ett projekt inom området friformframställning. Till EP och 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. Nyttänkande var ett krav i EP och KSP, något som sökande 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.

Av den effektlogik som presenterades ovan 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 åtnjutit någon finansiering inom FFF-området. 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.

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 företagets del, kan detta resultat inte härledas till VINNOVAs fem program, men väl till program som täcks in av en bredare systembetraktelse.

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:⁵

- 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 därför 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")

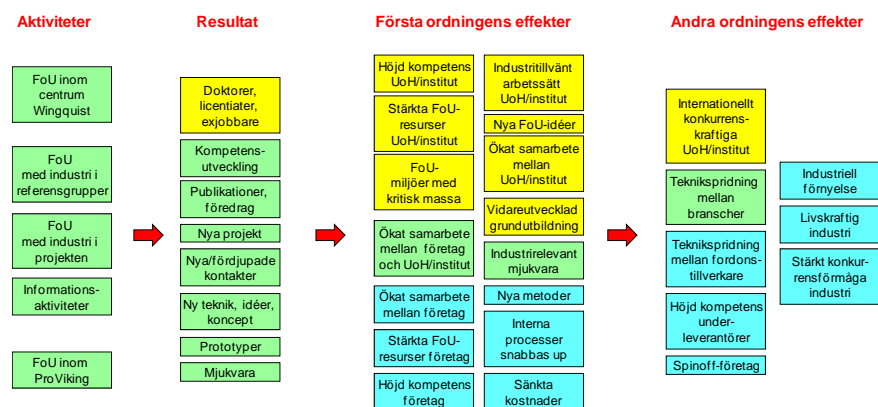
Dessa avgränsningar, där den förra till del kan ses som en delmängd av den senare, gjordes framförallt mot bakgrund av VINNOVAs insikt i vilken typ av FoU-projekt som inryms inom de fem VINNOVA-program som denna studie främst försöker spåra effekter av. Fördelen med dessa avgränsningar är att de skapar 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

⁵ "Utlisning 2004 i VINNOVAs kunskapsplattform Effektiv Produktframtagning Steg 1", VINNOVA, april 2004.

delar av industriell ITs utveckling och offentliga FoU-finansiärers 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.**

De tidiga effekter av den offentliga FoU-finansieringen som vi kan iaktta redan nu framgår schematiskt av Figur 6. I princip rör det sig om samma effekter på både geometrisäkring och IT process.

Figur 6 Effektlögik 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



Av de 50 doktorer som har delfinansierats av de fem programmen har 42 arbetat i projekt relaterade till industriell IT, se Tabell 2. På motsvarande sätt har 31 av de totalt 43 licentiaterna arbetat i projekt relaterade till industriell IT.

Tabell 2 Sammanställning över examinatorer inom industriell IT. "Andel" avser andel av "Totalt"

	Licentiat		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%

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, vilket har fungerat som input till de modeller 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 kompetens 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, verk-

tygsslitage 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 på

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 produkt lansering 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 fabriker 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 forskarbildade 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 produktionstakt. Materialbytet har även inneburit att det är mer kostnadseffektivt att tillverka råmaterial 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 teknik-
utbyte.

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.

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.

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.

Programmen och avgränsningarna

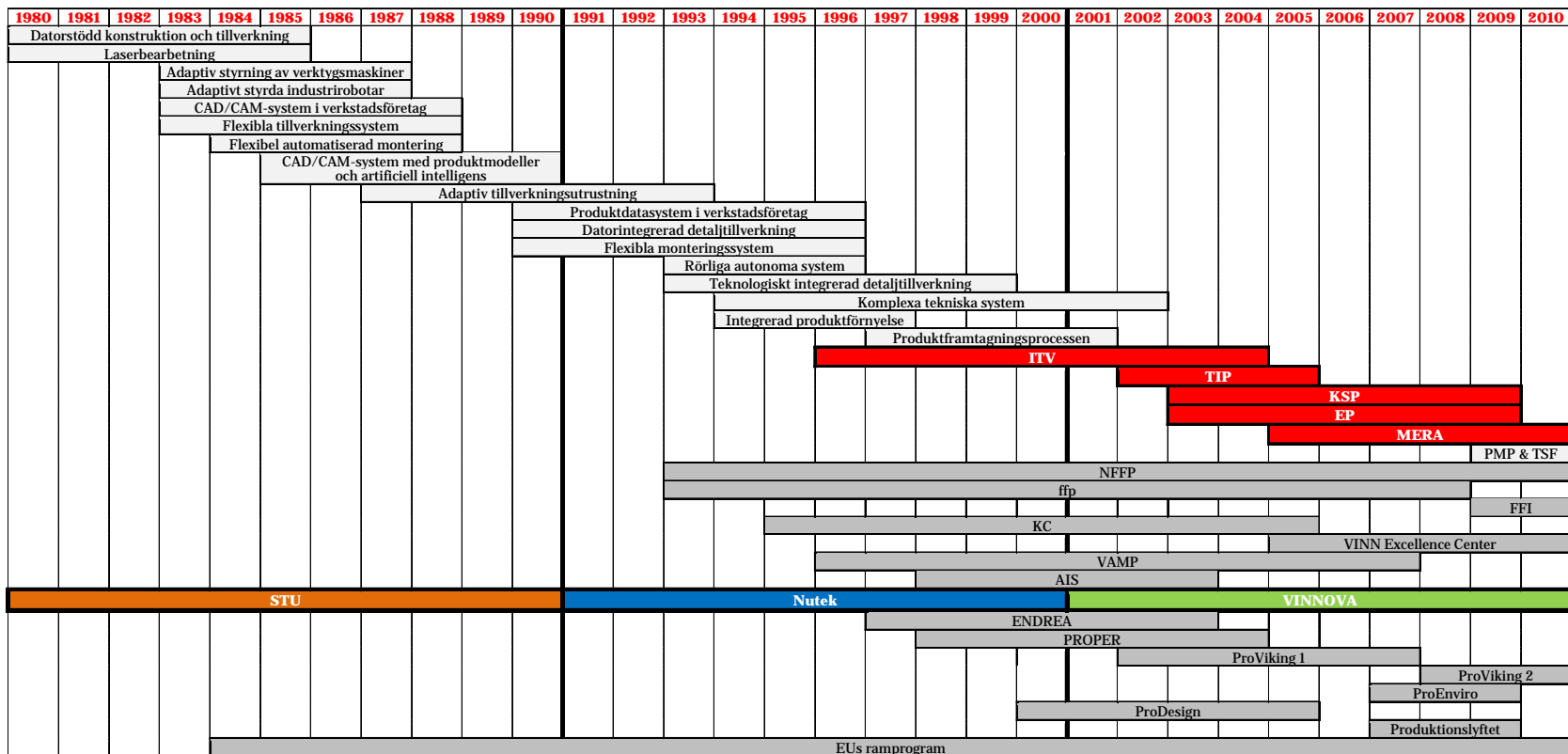
Som framgår av Figur 7 har VINNOVA och dess föregångare Nutek och STU under tre decennier satsat på en lång rad FoU-program av relevans för tillverkningsindustrin inom en rad olika teknikområden.

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

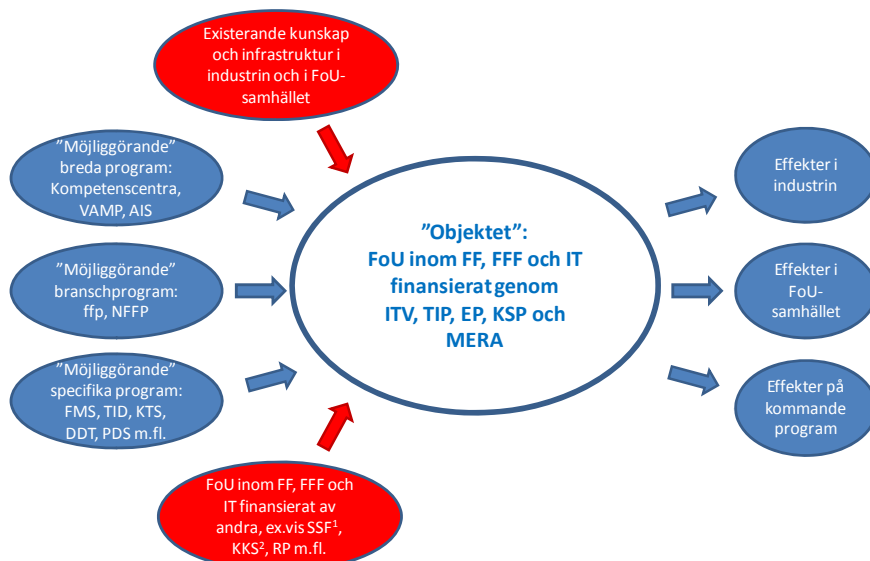
- ITV (IT i verkstadsindustrin, 1996–2004)
- TIP (Tillverkningsindustrins produktframtagning, 2002–2005)
- KSP (Komplexa sammansatta produkter, 2003–2009)
- EP (Effektiv produktframtagning, 2003–2009)
- MERA (Manufacturing Engineering Research Area, 2005–2010)

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 7. 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 8.

Figur 7 Offentliga FoU-insatser inom produktframtagningsområdet. Insatserna ovanför ”STU/Nutek/VINNOVA” utgör dessa myndigheters insatser, de under andra finansierare



Figur 8 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 finansierers satsningar inom samma områden



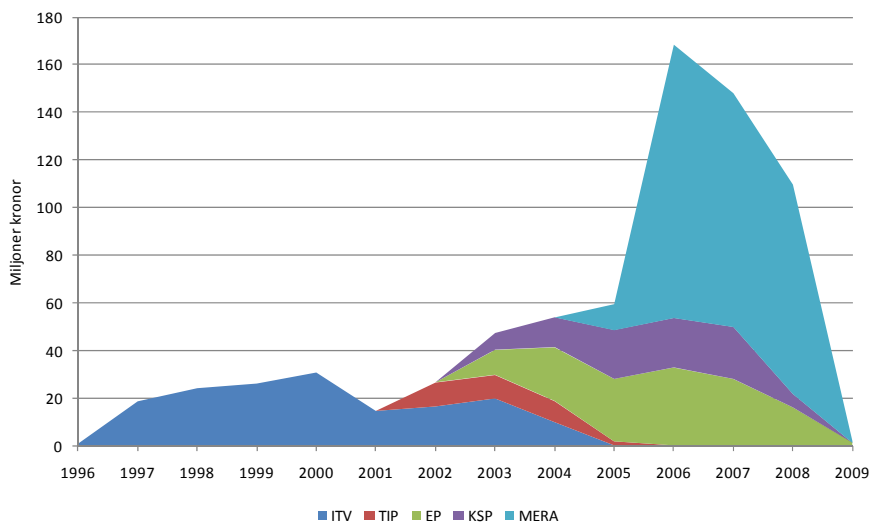
¹ SSF finansierar främst forskarskolor

² KKS finansierar främst kompetensutveckling för näringslivet

Figur 9 visar de fem programmens samlade offentliga anslag (vilket innebär att MERA "ligger ovanpå" de andra programmen, inte bakom).⁶ 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.

⁶ Dessa uppgifter baseras på av Nutek och VINNOVA beviljade anslag.

Figur 9 De fem programmens samlade offentliga anslag



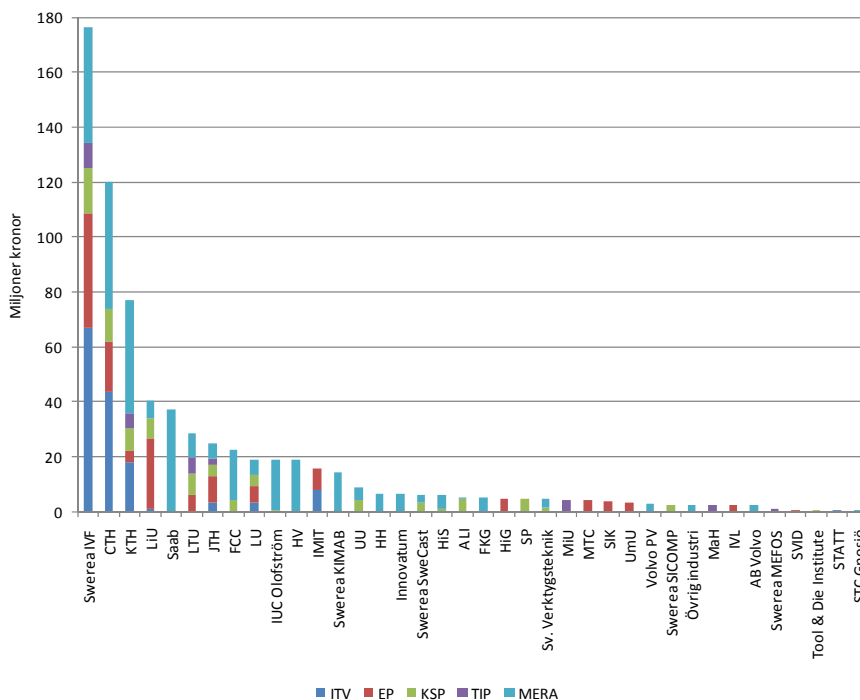
Tabell 3 visar en enkel jämförelse mellan de fem programmen. Som framgår har programmen varit mycket olika vad avser offentlig budget. Det förtjänar dock att här påminnas om att den faktiska omfattningen av programmen är ungefär dubbelt så stor som framgår av tabellen, eftersom industrin satsat minst 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 3 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 10 visar fördelningen av de sammanlagda offentliga anslagen från de fem programmen på mottagare.⁷ 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 erhållit 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 10 Slutmottagare av offentliga anslag från de fem programmen

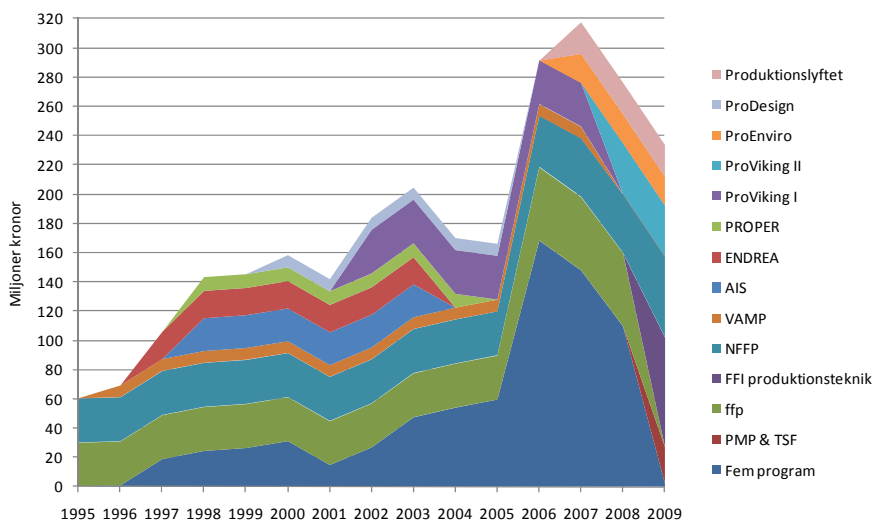


Figur 11 illustrerar tydligt behovet av en systemsyn på FoU-finansieringen vid bedömning av effekterna. De fem programmen utgjorde, till dess MERA kom igång på allvar 2006, inte ens hälften av den offentliga finansieringen inom området, vilket tydligt talar för en betydande försiktighet i attribueringen i analy-

⁷ Också dessa uppgifter baseras på av Nutek och VINNOVA beviljade anslag och tar hänsyn till transfereringar av anslag från projektledare till annan projektpartner.

sens 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 produktframtagningsområdet, särskilt inom de ”andra programmen” (alltså de som ligger ovanpå de fem programmen).

Figur 11 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 9). Notera att ordningen i teckenförklaringen är densamma som i figuren (nerifrån och upp)



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:
 - i. Enkät till de fem programmens deltagare inom industrin
 - ii. 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

VINNOVAs publikationer

Juli 2010

För mer info eller för tidigare utgivna publikationer se WWW.VINNOVA.SE

VINNOVA Analys

VA 2010:

- 01 Ladda för nya marknader - Elbilens konsekvenser för elnät, elproduktionen och servicestrukturer
- 02 En säker väg framåt? - Framtidens utveckling av fordonssäkerhet
- 03 Svenska deltagandet i EU:s sjunde ramprogram för forskning och teknisk utveckling - Lägesrapport 2007 - 2009. *Finns endast som PDF. För kortversion se VA 2010:04*
- 04 SAMMANFATTNING av Sveriges deltagande i FP7 - Lägesrapport 2007 - 2009. *Kortversion av VA 2010:03*
- 05 Effektanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri. *För kortversion på svenska respektive engelska se VA 2010:06 och VA 2010:07*
- 06 Sammanfattning - Effektanalys av stöd till strategiska utvecklingsområden för svensk tillverkningsindustri. *Kortversion av VA 2010:05, för engelsk kortversion se VA 2010:07*
- 07 Summary - Impact analysis of support for strategic development areas in the Swedish manufacturing industry. *Engelsk kortversion av VA 2010:05, för svensk kortversion se VA 2010:06*
- 08 Setting Priorities in Public Research Financing - context and synthesis of reports from China, the EU, Japan and the US
- 09 Effects of VINNOVA Programmes on Small and Medium-sized Enterprises - the cases of Forska&Väx and VINN NU. *För svensk kortversion se VA 2010:10*
- 10 Sammanfattning. *Svensk kortversion av VA 2010:09*
- 11 Trämanufaktur i ett uthålligt samhällsbyggande - Åtgärder för ett samverkande innovationssystem. *Finns endast som PDF*

VA 2009:

- 01 Svenska tekniker 1620 - 1920
- 02 Effekter av statligt stöd till fordonsforskning - Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft. *För kortversion på svenska respektive engelska se VA 2009:11 och VA 2009:12*
- 03 Evaluation of SIBED. Sweden - Israeli test bed program for IT applications. *Finns endast som PDF*

- 04 Swedish possibilities within Tissue Engineering and Regenerative Medicine
- 05 Sverige och FP7 - Rapportering av det svenska deltagandet i EU:s sjunde ramprogram för forskning och teknisk utveckling. *Finns endast som PDF*
- 06 Hetast på marknaden - Solenergi kan bli en av världens största industrier
- 07 Var ligger horisonten? - Stor potential men stora utmaningar för vägkraften
- 08 Vindkraften tar fart - En strukturell revolution?
- 09 Mer raffinerade produkter - Vedbaserade bioraffinaderier höjer kilovärdet på trädet
- 10 Förnybara energikällor - Hela elmarknaden i förändring
- 11 Sammanfattning - Effekter av statligt stöd till fordonsforskning. *Kortversion av VA 2009:02, för engelsk kortversion se VA 2009:12*
- 12 Summary - Impact of Government Support to Automotive Research. *Engelsk kortversion av VA 2009:02, för svensk kortversion se VA 2009:11*
- 13 Singapore - Aiming to create the Biopolis of Asia
- 14 Fight the Crisis with Research and Innovation? Additional public investment in research and innovation for sustainable recovery from the crisis.
- 15 Life Science Research and Development in the United States of America - An overview from the federal perspective. *Finns endast som PDF*
- 16 Two of the "new" Sciences - Nanomedicine and Systems Biology in the United States. *Finns endast som PDF*
- 17 Priority-setting in the European Research Framework Programme
- 18 Internationellt jämförande studie av innovationssystem inom läkemedel, bioteknik och medicinteknik
- 19 Investering i hälsa - Hälsoekonomiska effekter av forskning inom medicinsk teknik och innovativa livsmedel
- 20 Analysis of Chain-linked Effects of Public Policy - Effects on research and industry in Swedish life sciences within innovative food and medical technology
- 21 Research Priorities and Priority-setting in China

- 22 Priority-Setting in U.S. Science Policies
- 23 Priority-Setting in Japanese Research and Innovation Policy

VINNOVA Information

VI 2010:

- 01 Transporter för hållbar utveckling
- 02 Fordonsstrategisk Forskning och Innovation FFI
- 03 Branschforskningsprogrammet för skogs- och träindustrin - Projektkatalog 2010
- 04 Årsredovisning 2009
- 05 Samverkan för innovation och tillväxt. *För engelsk version se VI 2010:06*
- 06 Collaboration for innovation and growth. *För svensk version se VI 2010:05*
- 07 Cutting Edge. *Kinesiskt/engelskt VINNOVA Magasin*
- 08 Vinnande tjänstearbete - Tio forsknings- & utvecklingsprojekt om ledning och organisering av tjänsteverksamhet. *Finns endast som PDF*
- 09 NO WRONG DOOR Alla ingångar leder dig rätt - Erbjudande från nationella aktörer till SMF - Små och Medelstora Företag.
- 10 Därför behöver Sverige en innovationspolitik

VINNOVA Policy

VP 2010:

- 01 Nationell strategi för nanoteknik - Ökad innovationskraft för hållbar samhällsnytta
- 02 Tjänsteinnovationer för tillväxt. Regeringsuppdrag - Tjänsteinnovationer. *Finns endast som PDF*

VINNOVA Rapport

VR 2010:

- 01 Arbetsgivarringar: samverkan, stöd, rörlighet och rehabilitering - En programuppföljning
- 02 Innovations for sustainable health and social care - Value-creating health and social care processes based on patient need. *För svensk version se VR 2009:21*
- 03 VINNOVAs satsningar på ökad transportsäkerhet: framtagning av underlag i två faser. *Finns endast som PDF*
- 04 Halvtidsutvärdering av TSS - Test Site Sweden - Mid-term evaluation of Test Site Sweden. *Finns endast som PDF*
- 05 VINNVÄXT i halvtid - Reflektioner och lärdomar. *För engelsk version se VR 2010:09*
- 06 Sju års VINNOVA-forskning om kollektivtrafik - Syntes av avslutade och pågående projekt 2000 - 2006. *Finns endast som PDF. För kortversion se VR 2010:07*
- 07 Översikt - Sju års VINNOVA-forskning om kollektivtrafik. *För fullversion se VR 2010:06*
- 08 Rörlighet, pendling och regionförstoring för bättre kompetensförsörjning, sysselsättning och hållbar tillväxt - Resultatredovisning från 15 FoU-projekt inom VINNOVAs DYNAMO-program
- 09 VINNVÄXT at the halfway mark - Experiences and lessons learned. *För svensk version se VR 2010:05*
- 10 The Matrix - Post cluster innovation policy
- 11 Creating links in the Baltic Sea Region by cluster cooperation - BSR Innonet. Follow-up report on cluster pilots
- 12 Handbok för processledning vid tjänsteutveckling
- 13 På gränsen till det okända. Utmaningar och möjligheter i ett tidigt innovationsskede - fallet ReRob. *Finns endast som PDF*
- 14 Halvtidsutvärdering av projekten inom VINNPRO-programmet. VINNPRO - fördjupad samverkan mellan forskarskolor och näringsliv/offentlig sektor via centrumbildningar. *Finns endast som PDF*
- 15 Vad gör man när man reser? En undersökning av resenärers användning av restiden i regional kollektivtrafik
- 16 From low hanging fruit to strategic growth - International evaluation of Robotdalen, Skåne Food Innovation Network and Uppsala BIO
- 17 Regional Innovation Policy in Transition - Reflections on the change process in the Skåne region



VINNOVA investerar i forskning
och utvecklar Sveriges innovationskraft
för hållbar tillväxt

VERKET FÖR INNOVATIONSSYSTEM – SWEDISH GOVERNMENTAL AGENCY FOR INNOVATION SYSTEMS

VINNOVA, SE-101 58 Stockholm, Sweden Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56

Tel: +46 (0)8 473 3000 Fax: +46 (0)8 473 3005

VINNOVA@VINNOVA.se www.VINNOVA.se