

*Arbetsrapport 2006-52*

## **Internationalisering av svensk forskning**

### **Reflektioner från ett antal fallstudier**

OLLE EDQVIST

Institutet för studier av utbildning och forskning  
Drottning Kristinas väg 33D  
SE-114 28 Stockholm  
[www.sister.nu](http://www.sister.nu)

ISSN 1650-3821



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Internationaliseringen av svensk forskning – reflektioner från ett antal fallstudier.....	3
Inledning.....	3
Internationalisering i forskarnas perspektiv .....	8
Kognitiva system and tjänsterobotar.....	8
Orgelprojektet .....	15
Två institutsstudier .....	22
VTI:s uppgifter och verksamhet.....	22
FOI och forskningen om explosivämnen.....	28
Internationell forskningspolitik .....	34
Stora optiska teleskop och ESO.....	34
Analys.....	39
Forskarnas motiv .....	39
Finansiering och andra vetenskapsexterna motiv .....	41
Internationella nätverk .....	42
Sammanfattning .....	45
Svensk forskningspolitik och internationellt samarbete.....	47
Utträde ur CERN?.....	49
Forskningspolitiska utmaningar .....	53
Tidigare arbetsrapporter/working papers .....	55

# INTERNATIONALISERINGEN AV SVENSK FORSKNING – REFLEKTIONER FRÅN ETT ANTAL FALLSTUDIER

## INLEDNING

Den 26 december 2004 drabbades Sverige av den största katastrofen på närmare 100 år: 544 människor omkom i tsunami-vågen i Indiska oceanen. Estonias undergång 1994 ledde till att 501 svenskar förolyckades. Dessa katastrofer bleknar dock i skuggan av spanska sjukan 1918 då 38 000 människor omkom – för att inte glömma digerdöden 1350 som förmodligen reducerade vår befolkning med en tredjedel.<sup>1</sup>

Alla dessa katastrofer har en sak gemensam – de var inte nationella. De drabbade antingen svenskar utomlands eller de orsakades av smitta som kom utifrån. Vare sig nu eller på medeltiden var Sverige en isolerad ö i världen – vi är och var beroende av vår omvärld. Förvisso ett trivialt konstaterande efter ett sekel med två världskrig där också Sverige i högsta grad var indraget och påverkades även om vi förskonades från direkt deltagande eller strid på vårt territorium.

Och ändå en iakttagelse värd att reflektera över i samband med vår forskningspolitik. Ty den är i praktiken väsentligen nationell, menar jag, både vad gäller finansieringsorganens prioriteringar av ämnen och regelverket kring anslagen. Visst finns det forskningsfinansierande myndigheter som har betydande inslag av internationell verksamhet – naturligtvis Sida/SAREC men även STINT som har det som uppgift – men i det stora hela får internationella problem en låg prioritet och låg synlighet i det finansierande systemet. De nya forskningsstiftelserna har t ex med få undantag närmast varit provinsiella, menar jag.

I 1997 års forskningspolitiska proposition vädrade regeringen en förhoppning om att ”svensk forskning skall aktivt samspela med forskning i andra länder”.<sup>2</sup> Tyvärr kopplades denna förhoppning paradoxalt nog med förslag om en dramatisk nedskärning av anslagen till samverkan i europeiska laboratorier och anläggningar som ett inslag i budgetsaneringen. När tankarna på att lämna CERN-samarbetet eller en rad

---

<sup>1</sup> DN, tisdag 26 april 2005, s. 9

<sup>2</sup> Prop. 1996/97:5, s. 43

andra europeiska projekt (ESA, EMBL, ESO, EISCAT m fl) mötte motstånd och övergavs av regeringen så föll också idén med aktiv medverkan och värdskap för satsningar på globala forskningsfrågor. Den har sedan inte återkommit även om förvisso internationellt samarbete – och då i synnerhet det europeiska – genomgående har en tydlig plats i de allmänna resonemangen i de forskningspolitiska propositionerna.

Frågan väcktes alltså i ett ogynnsamt läge med hårda nedskärningar över hela linjen. Men det var skada att tanken helt övergavs för de verkligen stora problem som Sverige kommer att få möta framöver är verkligen globala och inte nationella.

Vi lever i en värld där skillnaderna i inkomster stadigt stiger och gapet mellan fattiga och rika länder ökar. Detta leder med nödvändighet till ökade spänningar.

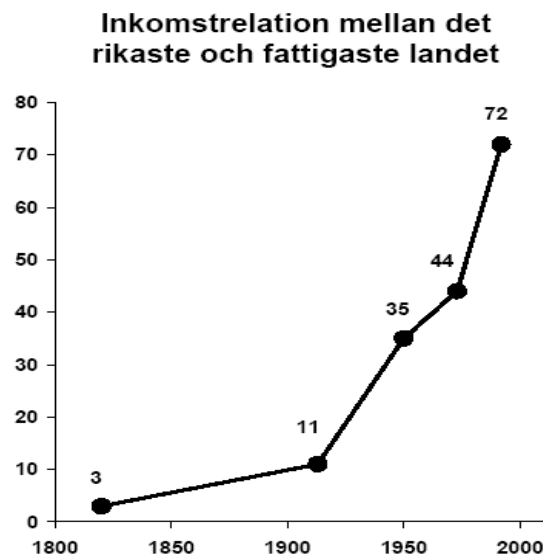


Diagram 1: Inkomstrelationer mellan det rikaste och det fattigaste landet över tid mätt i GDP per capita.<sup>3</sup>

Hur kommer migrationstrycket att utvecklas? Kommer vi att se mer av krigiska konflikter, terror och andra våldshandlingar när fattigdomen i vår omvärld fortsätter att vara skriande och när inkomstklyftorna både inom och mellan länderna stadigt ökar? Hur hanterar vi nästa våg av influensa, en kommande ny variant av SARS-epidemien

---

<sup>3</sup> Källa: Bearbetning av uppgifter från Peter Dicken, *Global shift: Reshaping the Global Economic Map in the 21st Century* (London: Sage Publications, Fourth Edition, 2003), s. 513 (i sin tur baserad på Human Development report 1999)

eller andra virusepidemier? Hur skall vi anpassa oss om – eller snarare när – klimatet förändras och instabiliteterna i vädret ökar? Hur klarar vi vår energiförsörjning när olje- och gaspriserna rusar i höjden? Exemplen kan mångfaldigas.

Ingen av dessa utmaningar berör bara oss och ingen av dem kan vi möta på egen hand – internationellt samarbete krävs både för att hantera problemen men också för att bygga kunskapsbasen som behövs. Frågan är då om Sverige genom vår unikt starka satsning på forskning inte borde gå i spetsen för att utveckla och driva internationellt samarbete som en svensk profilfråga? Detta, menar jag, skulle vara ett centralt nationellt intresse för Sverige – men självklart skulle det också vara ett bra bidrag till den övriga världen. En insats i både det upplysta egenintressets och solidaritetens namn.

Det mesta av den naturvetenskapliga, tekniska och medicinska forskningen är till sin natur inte kopplad till nationella gränser eller andra nationella särdrag. Forskare hävdar ofta att forskningen är gränslös och att resultaten är fritt tillgängliga över hela världen och för var och envar. Riktigt så enkelt och entydigt är det inte men utan tvekan är större delen av den offentliga forskningen en aktivitet där internationellt samarbete i olika former är både det normala arbetssättet och därtill betraktas som en viktig merit. Att författa vetenskapliga artiklar med kollegor i andra länder, att ta emot besök och vistelser av utlänningar och själv besöka andra institutioner utomlands för kortare eller längre tid ses som ett normalt och positivt inslag i arbetet. I vissa fall kan arbetet helt enkelt inte bedrivas utan internationellt samarbetet vid stora experimentanläggningar eller fältarbete utomlands.

Vetenskapen är inte en nationell domän. Däremot vill varje nation och enskilt företag att resultaten av forskningen i första hand eller gärna uteslutande skall komma det egna landet eller företaget tillgodo. De ekonomiska kraven och förväntningarna om avkastning på investeringar och kostnader för forskningen är höga. Sett från nationens perspektiv, och politikernas, så bör forskning som finansierats nationellt också göras inom landet och resultaten stanna där.

Det finns därför en fundamental spänning mellan forskningens internationella, eller snarare icke-nationella, karaktär och finansiärernas krav på nationellt monopol och nationell avkastning av insatserna.

### *VART ÄR FORSKNINGEN PÅ VÄG?*

Mycket talar för att forskningens arbetssätt har förändrats dramatiskt under de senaste decennierna. Detta gäller de flesta länder och förvisso Sverige. Internationellt samarbete blir ett alltmer dominerande inslag i forskningssystemet. Detta speglas i publiceringsmönstren. Antalet vetenskapliga artiklar som skrivs av svenskar tillsammans med forskare från andra länder har ökat dramatiskt. Andelen artiklar med en svensk författare och medförfattare från ett eller flera andra länder var 1986 22 %; 1996, tio år senare, hade denna andel ökat till 40 %. Det har alltså skett en mycket snabb och dramatisk expansion av internationalisering av forskningen under det senaste decenniet.<sup>4</sup> Allt talar för att denna trend fortsätter.

Detta forskningssamarbete över gränserna har många former: samverkan för att åstadkomma forskningsresultat och för gemensam publicering, studier och forskningsarbete utomlands, konferenser och seminarier och gästforskare i Sverige för kortare eller längre tid. Det grundläggande motivet är kopplat till vetenskapens extrema specialisering. För att göra en nyskapande insats krävs normalt att man väljer ett mycket litet område eller problem (det kan vara ämnesmässigt och disciplinärt avgränsat men det kan också vara en delaspekt av ett större samhällsligt problem). Detta innebär samtidigt att det finns mycket få kollegor i världen som arbetar med samma problem, samma metod och inriktning. Att dessa skulle råka finnas i det lilla landet Sverige är osannolikt utan skall man nå själsfränderna så krävs det att man söker över hela världen. De snabba kommunikationerna med e-post och internet har gjort detta mycket enklare och snabbare det senaste decenniet. De politiska hindren mot resor till vissa länder och samarbete som fanns under kalla kriget (för att inte tala om under andra världskriget) har upplösts i Europa och i de flesta länder. Samtidigt har kostnaderna för flygresor minskat dramatiskt och det är numera lika billigt att flyga som att åka tåg; för längre resor radikalt mycket billigare. Och snabbare.

Vissa vetenskapliga problemområden kräver insatser med mycket dyr utrustning (stora forskningsanläggningar, raketer, forskningsfartyg) och kostnaderna för detta har blivit

---

<sup>4</sup> Persson, Olle, *Svensk forskning på publiceringsmarknaden* (Umeå: Inforsk, Umeå Universitet, odaterad stencil, 2003). Persson baserar sitt resultat på en bearbetning av data från databaserna Science Citation Index, Social Sciences Citation Index och Arts and Humanities Citation Index.

så stora att internationell samverkan blivit oundgänglig. Annan forskning kräver internationellt samarbete för att nå jämförande data och för att göra mätningar och observationer. En del av denna förändring har drivits av den ökande EU-finansieringen men den är långt ifrån den enda faktorn bakom ökningen.

Det finns goda skäl att tro att vi befinner oss i ett skede där under de kommande decennierna stora delar av forskningen i Sverige övergår från att vara en i huvudsak nationellt begränsad aktivitet till en i huvudsak internationell verksamhet. Den svenska forskningen, i likhet med forskningen i alla länder, ryms på sätt och vis inte längre inom landets gränser – den är inte svensk utan väsentligen internationell, även om den är baserad här och är nationellt finansierad. En viktig omstrukturering av forskningssystemet är på gång.

Jag menar att detta borde leda till eftertanke vad gäller forskningspolitiken. Är dagens svenska forskningspolitik verkligen väl anpassad till denna förändring? Är det svenska systemet för forskningsfinansiering anpassat till de nya kraven och berett att stödja utvecklingen?

#### *FALLSTUDIERNA*

Vilka är motiven för forskarna när de deltar i och skapar internationellt forskningssamarbete? Detta är en huvudfråga för studien och ett första försök till kategorisering görs: fördjupad kompetens och expertkunskap, breddad kompetens och tvärvetenskap, tillgång till dyr och krävande instrumentering och andra liknande resurser, tillgång till utländska forskningsobjekt samt jämförande data. Men också två forskningsinstituts systematiska expansion av det internationella samarbetet och regeringens agerande vad gäller internationellt samarbete kommer att diskuteras.

För att undersöka forskarnas motivbilder i detalj har ett antal fallstudier valts som illustrerar olika aspekter av förändringen och dess bakomliggande drivkrafter. Det skall omedelbart sägas att fallstudierna inte alls är representativa för svensk forskning, tvärtom representerar de ett urval av de allra främsta forskargrupperna med en hög nivå av internationellt samarbete. Men sammantagna de ger en god provkarta över olika motiv och strukturer för samarbetet. Genom att visa hur motiven ser ut och samverkar i olika verksamheter kan slutsatser sedan dras om vilka typer av internationellt

samarbete som finns och vilka olika vägar som bör finnas för att stimulera forskningen till att bli mer internationellt orienterad.

Valet av frågor och områden för samarbetet och de specifika formerna för arbetet är i huvudsak forskarnas privilegium. Internationella forskningsnätverk byggs i de flesta sammanhang på forskarinitiativ även om målsättningar och problemområden ibland bestäms av politiker eller finansierande organisationer. De forskardrivna nätverken har naturligtvis många former och dimensioner och mönstren varierar från ämnesområde till ämnesområde och till och med från projektområde till projektområde. I det följande presenteras en rad sådana nätverk. Exempelen är valda från kognitiva system (avancerad robotik), musikvetenskap och orgelbygge, intelligenta vägar och sprängämnen. De två sistnämnda fallstudierna är också ett exempel på den dynamik som två av de största svenska forskningsinstituterna (VTI och FOI respektive) nu uppvisar. Studierna ger en provkarta på internationella forskarinitierade nätverk med olika drivkrafter och arbetssätt. Jag inleder med några fallstudier som exemplifierar detta.

## **INTERNATIONALISERING I FORSKARNAS PERSPEKTIV**

Två fallstudier presenteras i det följande avsnittet: robotforskning eller kognitiva system samt byggande av den nordtyska barockorgeln i Göteborg och forskningen kring detta.

### **KOGNITIVA SYSTEM AND TJÄNSTEROBOTAR**

Den uppgift som forskningen om kognitiva system och tjänsterobotar ställer sig är att försöka nå en bättre förståelse för hur kvalificerade och adaptiva robotsystem skulle kunna byggas, system som har en klar bild av både den omgivande miljön och kan på ett kvalificerat sätt relatera robotens egen 'kropp' och dess uppförande till omgivningen och uppgiften.<sup>5</sup> Utifrån en sådan bild skall systemet kunna utnyttja situationen och objekten runt omkring för syften som det delvis genererar självt.

#### ***OMRÅDETS HISTORISKA FRAMVÄXT, TRE TRADITIONER***

Dagens forskning om kognitiva system, som siktar mot att utveckla robotar med adaptiv och kognitiv kapacitet, har sin rot i sammanflödet av tre distinkta och vitt

---

<sup>5</sup> Robot; from Czech *robota* 'forced labour', *The Concise Oxford Dictionary*, 9 ed., 1995



åtskilda vetenskapliga och tekniska traditioner: forskning om artificiell intelligens, industriell robotteknik samt neurovetenskap.

De stora och optimistiska visionerna från 1960-talet om att skapa tänkande, intelligenta datorer inte har uppfyllts. Förvisso kan man nu lära en dator att spela schack framgångsrikt på stormästarnivå men att skapa något som ens avlägset liknar den flexibilitet och bredd som en mänsklig hjärna har för kognitiva funktioner har visat sig ouppnåeligt. Det har inte bara varit hybris från forskarsamhället kring artificiell intelligens om vad som kan åstadkommas med de resurser som man mobiliserat och den tid som avsatts utan verksamheten har mött fundamentala problem som inte mer arbete och flit kan lösa. Det fundamentala problemet syns vara att man utgått från en regelbaserad ansats i föreställningen om att en uppsättning regler ligger grund för mänskligt handlande. Denna ansats ifrågasattes sällan på allvar. På senare tid har dock beteendevetenskaplig forskning och utvecklingsbiologi visat på hur tveksam den utgångspunkten är. Forskningen om artificiell intelligens har fått dåligt rykte. Det hindrar naturligtvis inte att det finns delområden där ansatsen är adekvat (inte bara för schackspel) och där framsteg görs.<sup>6</sup>

I kontrast till detta har utvecklingen av industriella robotar varit ytterst framgångsrik. De används nu i många tillverkningsindustrier framförallt, men inte bara, i bilindustrin. De finns också robotar för alla möjliga rutinuppgifter som t ex laboratoriearbete med hantering av stora mängder prover osv. Karakteristiskt är att robotarna då programmeras för exakt den uppgift som de sedan skall sköta och inget annat. De kan förvisso omprogrammeras av en operatör men de har ingen internt baserad flexibilitet, ingen egen uppfattning om vad de gör och naturligtvis inte heller någon idé om hur det skulle kunna göras bättre. Industrirobotarna har få inputsystem, få sensorer och ingen kognitiv kapacitet.

---

<sup>6</sup> För en insiktsfull men kanske något onyanserad kritik av AI se: Hubert L. Dreyfus, *What Computers Still Can't Do. A Critique of Artificial Reason* (Cambridge, Mass.: The MIT Press, Reviewed ed. of 'What computers can't do', 1994). För motargument se Marvin Minsky, 'Why People Think Computers Can't Think', *AI Magazine*, vol. 3 no. 4, Fall 1982. <http://www.ai.mit.edu/people/minsky/papers/ComputersCantThink.txt>. För en intressant diskussion av hur användning av regler i mänskligt handlande bygger på praktik och tyst kunskap se Haridimos Tsoukas, *Complex Knowledge : Studies in Organizational Epistemology* (Oxford University Press, 2005)]

En rad tekniska och i sig intressanta utmaningar ställs nu i industriella miljöer. Några är ganska praktiska och gäller mekaniken: hur kan hanteringsdon (armar, gripdon) konstrueras som är både lättare och mycket starkare? Andra handlar om kraftigt utbyggd sensorutrustning, inte minst vad gäller känsel och syn men även hörsel (förstå talade kommandon) och återföringen av information från sensorerna till de mekaniska systemen. Skall sådana komplicerade och 'kännande' robotar bli användbara i företagsmiljöer så krävs även enkla gränssnitt mot människor så att man inte behöver vara robotexpert för att hantera maskinen.

En intressant och lovande utvecklingslinje är robotar som hjälper människor att lära sig vissa kvalificerade arbeten såsom ögonoperationer. Roboten, eller den kanske snarare bör kallas simulatoren, återger då naturtroget för kirurgen både hur ögat ser ut men också hur kniven eller redskapet känns i handen. Man ser och känner alltså det som man gör och får på så sätt ett tillfälle att träna handgreppen utan att utsätta någon patient för träningen. Robotarna har ett haptiskt gränssnitt som ger handen återkoppling via känseln (visst motstånd mot kniven osv). Avancerade simulatorer för piloter och för bilförare bygger på i princip liknande återkoppling från simulatoren via syn, hörsel och kroppens känselsinnen, inklusive balanssinnet.

En tänkbar utveckling av robottekniken är användning för avlastning av transporttjänster eller tunga och repetitiva vårdmoment och i sjukhus och liknande organisationer, tjänsterobotar. Det ställer dock radikalt skärpta krav på robotens förmåga att arbeta i miljö som förändras och framförallt en förmåga att identifiera och förhålla sig till människor och andra föremål som rör sig.

Viktiga bidrag kommer också från modern neurovetenskap. Området har haft en explosiv frammarsch de senaste decennierna. Med MR och andra bildtekniker är det nu möjligt att i detalj studera hur olika delar av hjärnan aktiveras vid olika förlopp. Medan man nu har en rätt bra bild av hur en enskild nervcell fungerar (mikronivå) så fattas det fortfarande mätmetoder för att studera dynamiken i processerna och samverkan mellan de olika signalsystemen (mesonivå). Den storskaliga aktiveringen av olika hjärnområden (makronivån) kan dock nu mätas väl med olika bildtekniker. Stora framsteg görs nu också i studiet av de perifera delarna av nervsystemet, t ex hur nerverna styr en hand.

En helt annan utvecklingsväg som primärt bygger på neurologisk forskning är robotar eller mekanismer som kräver nära koppling till biologiska system. Ett sådant område är olika former av system för att kompensera för mänskliga handikapp: blindhet, dövhet, förlust av en hand osv. Arbete pågår för att utveckla proteser och sensorer som kopplas direkt till nervsystemet och som både kan skicka in signaler och kan reagera på hjärnans signaler.

Robotteknik är alltså sammansatt av en mångfald olika grenar där olika tillämpningar och produkter leder till teknisk utveckling i olika riktningar. Den ställer framförallt fundamentala utmaningar vad gäller hanteringen och integreringen av olika tekniska delsystem: mekaniska system, elektronik, sensorer, kontroll-, övervakning och kognitiva funktioner. Skall en robot kunna operera i okända miljöer och delvis på egen hand så krävs det flexibilitet och 'förståelse' både av omgivningen och, kanske än viktigare, adekvata former av 'självförståelse' som robotar för närvarande saknar. Kanske forskningen om integrering av kognitiva funktioner med en agerande och kännande 'kropp' kommer att ställa frågorna om artificiell intelligens i ett nytt ljus?

### *ROBOTIK VID KTH*

I Sverige finns det forskargrupper som bedriver arbete inom robotik i Stockholm (KTH), Uppsala, Lund, Linköping, Göteborg och Örebro. Robotteknik har också blivit ett viktigt forskningsområde för EU och samtliga dessa institutioner medverkar i en rad EU-projekt och EU-nätverk (COSPAL, MATRIS, MACS, CoSy, Euron, ECVision, EUROP, Robotcub, Mind Races m fl). I det följande begränsas den fortsatta analysen till Henrik Christensens forskargrupp vid KTH.

Christensen har byggt upp en omfattande forskningsverksamhet, nu i huvudsak finansierad genom EU-projekt.<sup>7</sup> Han leder två projekt: Cognitive Systems/CoSy (ett IP-projekt) och EU Robotics Research Network/EURON (ett NoE-projekt) samt deltar i ytterligare två projekt. Kontakterna omfattar alltså framförallt europeiska forskargrupper men det finns också projekt och kontakter med länder utanför Europa som Australien (Sydney), Korea och Japan (ATR). Det är av intresse att jämföra strukturen för några av EU-projekten.

---

<sup>7</sup> Forskargruppen har 4 postdoktorer och 8 doktorander.

Motivet bakom **CoSy**, som i dagens läge är det centrala nätverket för Christensens grupp, är att samla den allra främsta europeiska kompetensen för att studera ett problem som de enskilda grupperna inte klarar på egen hand.<sup>8</sup> Christensen säger att han: "...vill jobba ihop med de främsta inom området eftersom det ger mycket bättre resultat forskningsmässigt. Samtidigt är det mycket mer kul att ha en internationell forskningsomgivning där de studerande ständigt utmanas av de främst inom området. Det ger kvalitet. 50 % av mina medarbetare är inte från Sverige så det är en dynamisk internationell omgivning."<sup>9</sup> CoSy är utpräglat tvärvetenskapligt med bl a medverkan från forskare inom lingvistik, filologi, datavetenskap (AI) och statistik. Det representerar alltså internationell spjutspetsforskning och bygger på ett litet antal grupper som samarbetar kring ett praktiskt projekt med gemensamma mål, arbetsdelning och finansiering.

Drivkraften bakom **EURON**, där institutionen är koordinator, har möjliggjort att Europa kunnat bygga upp en europeisk forskargemenskap med en styrka som motsvarar den som finns i USA och Japan.<sup>10</sup> Tidigare var europeisk robotikforskning splittrad men nu känner grupperna till varandra och samarbetar i högre utsträckning. Det koordineras alltså av Christensens grupp. Nätverket är brett och primärt kontaktskapande och informerande.

**European Robotics Platform, EUROP**, är en tredje typ av nätverk med en industriellt inriktad verksamhet som syftar till att skapa bättre samverkan mellan akademisk forskning och industriella intressen.<sup>11</sup> Genom att förena forskning inom industrirobotsektorn med tjänsterobotik och forskning inom rymd och säkerhet kan nya produkter utvecklas som förenar det bästa inom delområdena. Genom att gå

---

<sup>8</sup> <http://www.cognitivesystems.org/>

<sup>9</sup> Henrik Christensen, intervju den 17 december 2004

<sup>10</sup> <http://www.euron.org/>

<sup>11</sup> *A Report by the Robot Action Group*, 2004, <http://www.robosiri.it/pdf/europ-report.pdf>

samman i konkreta utvecklingsprojekt blir forskningsinsatserna tillräckligt stora och kvalificerade.<sup>12</sup>

Inom EU-projektet **Neurobotics** studeras sammankopplingen mellan neurovetenskap och robotik. Forskningen är inriktad på studier där det är klart att där är en tydlig koppling mellan neurovetenskap och robotik t.ex. inom proteser och där design av robotik system kan lära ifrån biologiska system. Projektet inkluderar några av de främsta forskargrupperna i Europa (från Umeå, Paris, Palermo, Pisa och München).

#### *ICKE-EUROPEISKA KONTAKTER*

I Japan har Christensen en doktorand vid Doyas laboratorium på ATR, Inaba, och vidare samarbete med en grupp vid Tokyo universitet och vid Osakas universitet. En annan viktig kontakt är Australian Centre for Field Robotics (ACFR) vid University of Sydney. I Korea har Christensen kontakt med Sukhan Lee, chef för Samsung Advanced Institute of Technology, som är samordnare av ett stort internationellt nätverk ('ett av tio 'dreams') i vilket bl a grupper från Renssler, Samsung och andra ingår. Korea har investerat stora resurser i ett antal samlade framtidssatsningar kring forskning inom områden som batteriteknik, avancerade bilar, minne, robotik, mobiltelefoni, mikro/nanoteknik, farmaceutiska produkter etc.<sup>13</sup> Christensens grupp, CAS, har slutligen ett vetenskapligt råd där det ingår en toppgrupp av internationella forskare.<sup>14</sup>

#### *NÄTVERKENS FUNKTION OCH STRUKTUR*

Forskningen om kognitiva system är ett område som karakteriseras av mångfald av vetenskapliga discipliner, mål och målgrupper men med en kärna av teknisk expertis. Det praktiska beroendet av stora datorer och programmering ger en grund för den

---

<sup>12</sup> Ett projekt är utveckling av sensorer, 'sensorpuckar'. Dessa små boxar eller 'puckar' innehåller sensorer som är kopplade till sändare. De kan slängas ut i fält och uppfattar och lokaliserar sedan rörelser (människor eller andra objekt) och skickar informationen tillbaka till ett övervakande centrum. Tekniken är av intresse för militären och för fredsbevakande styrkor mm. Kunder är bl a Saab och FMV som betalar för en del av det svenska arbetet.

<sup>13</sup> Ett exempel på pågående arbete är utvecklingen av en datormus med piezoelektriska aktuatorer som ger 'fingertoppskänsla', ytupplevelse. Det är en del av utmaningen i att skapa robotar som har en bra kontakt med människan, ett slags 'social' robotik. Hur skall en robot uppföra sig och se ut för att kunna fungera optimalt i en miljö där roboten möter människor?

<sup>14</sup> Den rådgivande gruppen består av ledande forskare från Georgia Tech (Arkin), AIST (Inoue), DLR (Hirzinger), KU Leuven (Brussel) och från Berkeley (Ruzena Bajcsy och Shankar Sastry).

organisatoriska avgränsningen. Den ämnesmässiga identiteten etableras genom tidskrifter och konferenser. Den ämnesmässiga kontrollen gäller framförallt den vetenskapliga kompetensen men målen varierar mellan olika grupper. Externa krafter som finansieringssystem och industriella intressegrupperingar har stort inflytande.<sup>15</sup>

De internationella nätverken är både djupa och vidsträckta för denna forskargrupp. Deras främsta funktion är att *komplettera och fördjupa* den egna expertisen men i vissa fall bidrar de också starkt med en *breddning* av kompetens till nya andra vetenskapliga områden. Flertalet av grupperna inom CoSy men också den japanska kontakten med ATR spelar den rollen.

Det finns ytterligare motiv för att delta i och driva EU-nätverken. Ett är att få information om pågående forskning i Europa och de olika nationella forskargrupperna (t ex EURON). Ett annat är att skapa slagkraftiga konstellationer av forskargrupper som förmår att svara mot företagets insatser. Ett starkt bidragande motiv till att etablera samarbete är givetvis finansiering, i detta fall från EU. Praktiskt taget hela Christensens grupp finansieras via EU-anslag.

De nätverk (Networks of Excellence) som byggts upp med EU-finansiering är av litet olika karaktär. Några är just nätverk med stor omfattning och med relativt svag interaktion mellan de olika noderna (t ex EURON) medan andra är mycket mer industriella och handlingsinriktade och kräver därför starkare styrning (t ex EUROP). Ytterligare andra är primärt vetenskapligt motiverade och deltagande i dem är organiserat för att hantera vissa specifika frågeställningar: ett exempel är CoSy, det nya EU-projekt som Christensen nu drar igång. Utöver finansiering och den kompetens och breddning som det internationella nätverket ger så skapar det också öppningar för utbyte av doktorander och postdoktorer.

I dessa fallstudier ser vi alltså att de nätverk som skapats närmast kan karakteriseras som löst organiserade kluster (EURON och ECVision), i ett fall ett stjärnformat och

---

<sup>15</sup> Richard Whitley, *The Intellectual and Social Organization of the Sciences* (Oxford: Oxford University Press, 2nd edition, 2000), 191

hierarkiskt nätverk (EUROP) och i ett annat ett symmetriskt nätverk (CoSy) där alla parter är relativt jämställda och har ömsesidiga starka relationer.

Detta kompletteras med kontakter med enskilda forskargrupper i andra länder, i huvudsak för att bredda kompetensen (ATR i Japan) men också för att dra nytta av de främsta gruppernas arbete.

## ORGELPROJEKTET

Det stora projekt som påbörjades i Göteborg år 1990 på initiativ av Hans Davidsson syftade till att rekonstruera en stor nordtysk barockorgels ljudklang.<sup>16</sup> Detta skulle ske genom att, på vetenskapligt solid grund, bygga en ny orgel i Örgryte kyrka som en replik av en Schnitgerorgel från 1600-talets Hanseatiska storhetstid. Det finns inga bevarade orglar från den tiden utan de har blivit förstörda eller helt ombyggda. En sådan barockorgel måste alltså rekonstrueras.

Visionen var att ”för första gången i modern tid få uppleva hur de berömda barockorganisternas musik en gång verkligen klingade. Samma sorts musikaliska upplevelse som inspirerade Johann Sebastian Bach att fotvandrade den långa vägen från Arnstadt i Thüringen till Lübeck år 1705, bara för att få höra de magnifika orgelinstrumenten i norr och bara för att få höra orgelmästaren Dietrich Buxtehude (1637-1707) spela”<sup>17</sup>.

En stor orgel är egentligen flera orgelverk sammansatta till ett instrument. I detta fall är det fyra verk, huvudverk, ryggpositiv, öververk och bröstverk, som spelas med varsin klaviatur samt ett pedalkverk som spelas med fötterna. Genom att växla mellan dessa verk kan ackord med olika klangfärg och dynamik skapas i kyrkorummet.

Denna musik ”förknippades under barocken med himmelens, universums och änglakörernas musik, orgelns alla fulla verk i växelspel. Och organisterna skapade, genom att inleda och avsluta gudstjänsterna på detta sätt, en slags himmelsk

---

<sup>16</sup> Kerala J. Snyder, 'A new organ for a new millenium' in Kerala J. Snyder (ed.), *The Organ as a Mirror of Its Time : North European reflections, 1610 - 2000* (Oxford: Oxford University Press, 2002).

<sup>17</sup> Framställningen bygger dels på intervjuer, dels på redovisningen i GOArts hemsida <http://www.goart.gu.se/gioa/w-12.htm>.

portalmusik. Athanasius Kircher beskrev i sitt musikfilosofiska verk *Musurgia Universalis* (1650) till och med världen som vore den enda stor orgel, en världsortgel, som trakterades av universums herre och härskare, Skaparen själv. Men orgeln, instrumentens drottning, skulle i sig också rymma alla andra musikinstrument och följaktligen finner vi namn på många populära barockinstrument som t.ex. dulcian, zinka, trumpet, basun, blockflöjt och kornett bland stämmorna.”<sup>18</sup>

Orglarna från denna tid var stämde i **1/4-komma** medeltonsstämning, en stämning som låter treklanger klinga med rena terser. Detta leder dock till problem och medger bara spel i sju tonarter. För att klara detta byggdes fler toner (subsemitoner) med motsvarande tangenter in i Örgryteorgeln.

### *ORGELNS BYGGNAD*

En stor orgel är utan tvekan det mest komplicerade musikinstrumentet. Örgryteorgeln har 4000 pipor som är fördelade över de fem verken. Varje verk har en luftlåda som piporna står på. Alla pipor i varje rad (en stämma) har samma klangfärg och oftast svarar en pipa för varje ton. Organisten väljer med andrag (eng. stops) på varje sida om klaviaturen vilka stämmor som skall ljuda. Andragen flyttar på slejfer som öppnar och stänger hålen som släpper fram luft till pipan. Detta utgör orgelns registratur.

Tangenterna på klaviaturen öppnar i sin tur en ventil i luftlådan som ger luft till alla pipor som hör till denna ton. Beroende på vilka andrag som är öppna kommer då en eller flera pipor i verket att ljuda. Klaviatur och andrag utgör alltså ett slags matris där deras samverkan bestämmer vilken klang och ton som skall ljuda.

### *ORGELPIPORN – FORSKNINGSPROJEKTETS HJÄRTA*

Själva kärnan i projektet är orgelpiporna och deras klang. Orgelpipor är normalt gjutna av legeringar av tenn och bly (men det finns pipor av träockså). Piporna är av två slag: tungpipor och labialpipor. Labialpipan är utformad som en visselpipa (det är sådana pipor man ser i orgelfasaderna med den karakteristiska öppningen i botten på pipan). Där bildas tonen genom att luftströmmen leds mot öppningen och skapar en svängning som förstärks i pipkroppens luftpelare. Den andra typen är tungpipan där tonen bildas

---

<sup>18</sup> <http://www.goart.gu.se/gioa/w-12.htm>



av en metalltunga som vibrerar mot ett munstycke av metall (ungefär som i ett munspel eller en oboe).

Första steget i tillverkningen av labialpiporna är gjutningen av metallen. För varje enskild pipa väljs sedan lämplig plåt, som hyvlas och sicklas, ibland hamras, för att ge metallen de önskade akustiska egenskaperna. Pipans plåt skärs till och rullas till en tub och löds ihop. När labierna formats genom sickling och ritsning, löds pipans tre delar - fot, kärna och kropp - samman. Om arbetet utförts korrekt kommer pipan att ljuda med rätt ton och klang. De finjusteringar av klangen som måste till kallas intonation. De olika stämmornas pipor har olika utformning, mått och konstruktion. Pipkropparna kan t.ex. vara cylindriska eller koniska, ha vida respektive trånga viddmått eller mensurer.

Tungpiporna görs av ett rör respektive en legering av tenn och bly med ett munstycke tillverkat av mässing. De frågor som orgelprojektet ville besvara var:

- Varför klingar 1600-talspiporna annorlunda än nya med liknande konstruktion?
- Vilket material hade använts? Hur hade metallen behandlats?
- I vilken utsträckning påverkar materialet och dess dimensionering klangen?
- Hur samverkar rummets akustik med orgeln; i det här fallet akustiken i Örgryte Nya kyrka med den nya orgeln?

Vilken betydelse har en luftförsörjning enligt nordtysk barockpraxis för klangen?

För att svara på dessa frågor krävdes inte bara musikvetenskap utan uppenbart också teknisk kompetens inom materialvetenskap, akustik och flödesdynamik mm. Tre institutioner vid Chalmers involverades: Institutionen för metalliska konstruktionsmaterial resp. SIMS-laboratoriet inom Institutionen för mikroelektronik och nanovetenskap vid Sektionen för fysik och teknisk fysik genom Birger Karlsson och Milan Friesel, Institutionen för teknisk akustik med Mendel Kleiner, samt Institutionen för termo- och fluidodynamik genom Bror-Arne Gustafson.

Institutionen för akustik undersökte hur akustiken i Örgryte kyrka skulle kunna förbättras så att den svarade mot barockkyrkornas akustik och hur byggnaden skulle förändras för att kunna ge orgeln det rätta ljudet. Luftflödet i orgeln från bälgar till kanaler, luftlådor och ventiler undersöktes av forskare vid institutionen för termo- och

fluidodynamik genom att bygga en fullskalemodell. Olika modeller för att bygga kanalerna simulerades i en datormodell och den slutliga lösningen blev ett kanalsystem och ventiler som ger möjlighet att spela orgeln enligt tre olika orgelmodeller från S:t Jacobi kyrka i Hamburg, Magdeburg och Grote Kerk (Storkyrkan) i Zwolle.

#### *GJUTNINGEN AV PIPMETALLEN*

Materialforskarna fann vid analys av prover från olika 1600-talsorglar att metallen i piporna inte innehöll enbart tenn och bly utan också en del orenheter eller spårelement; små mängder av vismut, antimon, koppar, silver och arsenik. Dessa spårelement påverkar metallens hårdhet, gjutegenskaper och bearbetbarhet. I verkstaden provgöts plåtar med motsvarande historiska legeringar. Gjutunderlaget visade sig ha avgörande betydelse för avkylningens hastighet, vilken i sin tur påverkar metallens mikrostruktur. Omfattande experiment ledde så småningom fram till att man kunde rekonstruera de ursprungliga gjutmetoderna.

Gjutningen utförs genom att en smälta av bly och tenn förs över till en gjutbox. Denna förs sedan längs gjutbänken och lämnar en tunn gjutfilm efter sig på en sandbädd. På några sekunder avkyls metallen, kristalliseras och får fast form. Om gjutboxen förs med någorlunda konstant hastighet tunnns plåten ut mot slutet. Detta utnyttjades av dåtidens orgeltillverkare. De historiska piporna är ofta tunnare upptill, får därigenom lägre vikt, bättre stabilitet och ger samtidigt bättre klanglig resonans. Man måste alltså veta till vilka pipor man gjuter plåten, vilken tjocklek och uttuning den ska ha.

Tekniken innebar en stor utmaning eftersom den sista nordeuropeiska orgeln med pipor av metall gjuten på sand tillverkades under 1700-talets första hälft och ingen i modern tid har utfört någon systematisk forskning gällande denna teknik. Det visade sig att gjutning på sand ger metallen helt andra egenskaper än när den gjuts på vanliga underlag. Beroende på att metallen vid gjutning på sandbädd förhållandevis snabbt kyls ned till en viss temperatur som den sedan håller relativt konstant, blir pipmetallen väsentligt hårdare än pipmetall som gjuts på modernt sätt. Omfattande forskning och samverkan mellan orgelbyggarna och vetenskapsmännen under närmare fem år krävdes för att återskapa hela tillverkningsprocessen.

### *MOTIVEN FÖR INTERNATIONELLT SAMARBETE*

Initiativet till detta arbete kom från Hans Davidsson vid Musikhögskolan i Göteborg men detta stora humanistiska musikprojekt är internationellt till sin bemanning. Orgeln är inte enbart en svensk eller göteborgsk angelägenhet, även om den har sin plats i Örgryte kyrka. Den ingår i ett stort sammanhang där olika orglar ger bidrag till förståelsen av hur orgelmusik har utformats och låtit under olika tider. Själva utgångspunkten är alltså generell – i likhet med nästan all grundforskning. Kompetensen i Göteborg räckte inte på långa vägar till för projektet utan en bred internationell krets av forskare engagerades på olika sätt.

Professor Harald Vogel, Bremen, en ledande internationell expert på nordtysk orgelkonst, anlätades som konsult och rådgivare till den projektgrupp med orgelbyggare och forskare som under projektets gång regelbundet träffades i Tyskland, Nederländerna eller Sverige. En japansk orgelbyggare, Munetaka Yokota, tidigare verksam vid Chico University, Kalifornien, USA, knöts till projektet för att ansvara för forskning kring och framställning av orgelns alla pipor. Yokota flyttade våren 1994 hela sin verkstad till Göteborg. Han samarbetade med den svenske orgelbyggaren Mats Arvidsson som ansvarade för byggnationen av orgeln som helhet utom piporna. En nederländske orgelbyggare, Henk van Eeken, fick ansvaret för design och ritningsarbete.

För att designa och bygga orgeln krävdes omfattande insamling av historiskt källmaterial, ingående studier och dokumentation av förebilderna. Centralt var frågeställningen om de historiska orgelpipornas klangkvalitet.

Projektet är också internationellt genom hantverkare som arbetade med det. En ungersk orgelbyggare, Endre Kerekes, rekonstruerade spelbordet och en **kurdisk** möbelsnickare, **Moufak Failli**, svarade för byggandet av fasadens stora torn. Till orgelforskningsverkstaden knöts vidare orgelbyggare och träsnidare som svarade för pipframställningen och tillverkningen av orgelns alla trädelar. Sammanlagt har ett femtiotal hantverkare från 16 länder deltagit i arbetet.

Den högtidliga invigningen sommaren 2000 efter tio års arbete skedde i samband med den internationella orgelakademins möte varvid en för orgeln särskilt komponerad orgelmässa uppfördes. Ty ytterst är naturligtvis orgeln redskapet för att studera och

återge den musik som 1600-talets stora kompositörer skapade: Dietrich Buxtehude, Matthias Weckmann och andra, samt att föra den vidare i nytt musikskapande.

#### *DET INTERNATIONELLA NÄTVERKETS FUNKTION*

Även om startpunkten var en svensk orgel och ledningen under Hans Davidsson kärnan i projektet var svensk så krävdes kompletterande expertis och kompetens från andra delar av Europa (och inte minst viktigt från Japan). Projektet växte under resans gång och det blev uppenbart att den svenska kompetensen inte på långa vägar räckte. Internationellt samarbete för att överhuvudtaget vara genomförbart. De ökade ambitionerna möjliggjordes också genom generös finansiering.

Starten skedde med ett anslag från det humanistisk-samhällsvetenskapliga forskningsrådet men genom ett större anslag från Riksbankens Jubileumsfond blev det möjligt att bredda arbetet och att inkludera andra vetenskaper i det. Internationellt forskningssamarbete, doktorander och en tvärvetenskaplig breddning till materialvetenskap, akustik, flödesdynamik mm blev möjligt samtidigt som den musikvetenskapliga forskningen och det jämförande perspektivet kunde breddas till en tidsram som gick från 1600-talet till nutid.<sup>19</sup>

Skall ett tvärvetenskapligt arbete bli framgångsrikt så krävs mötesplatser. Detta kom till bl a genom de internationella orgelakademierna som hållits i Göteborg vartannat år med början år 1996.<sup>20</sup> Orgelakademin har fungerat som en kontrollstation för projektet. Mot slutet av 1990-talet öppnade det framgångsrika och omskrivna orgelprojektet för en rad stora EU-anslag som gjorde det möjligt att föra arbetet vidare med nya perspektiv (t ex kyrkobyggnaders inneklimat och korrosionshot mot orgelpipor).

Det nätverk som Davidsson byggde upp och utnyttjade var alltså fast organiserat och mycket målmedvetet inriktat på ett projekt som hade en ovanlig vetenskaplig bredd: musikvetenskap, musik- och konsthistoria, arkitektur, akustik, materialvetenskap och flödesdynamik. Det var *bredd och kompetens* som var det grundläggande motivet. På ett

---

<sup>19</sup> Utförligt redovisat i Kerala J. Snyder (ed.), *The Organ as a Mirror of Its Time : North European reflections, 1610 - 2000* (Oxford: Oxford University Press, 2002)

<sup>20</sup> <http://www.goart.gu.se/gioa/>

sätt som är ovanligt inom vetenskapligt arbete så framhävs och redovisas också hantverkarnas och teknikernas roll i processen. De internationella krafterna krävdes för alla led i projektarbetet: dokumentation av förebilder, planering, rekonstruktion av hantverkstekniken, uppbyggnaden och intonationen och slutligen användningen – musiken. Samtidigt var det denna ambitiösa målsättning som både krävde men också möjliggjorde finansieringen.

## TVÅ INSTITUTSSTUDIER

### VTI:S UPPGIFTER OCH VERKSAMHET

Väg- och Transportforskningsinstitutet, VTI är en av Sveriges största forskningsinstitut. Det har en dominerande position när det gäller svensk transportforskning.

Efter en ekonomisk kris 2000 som framtvungade hårda nedskärningar har nu VTI 179 anställda och uppnådde 2003 åter ekonomiskt överskott i verksamheten. VTI har nu omkring 120 forskare organiserade i 8 FoU-enheter. Det statliga ramanslaget svarar nu för 35 Mkr av totalt 155 Mkr, dvs drygt 20 %. Vägverket är den viktigaste kunden (55 Mkr år 2003 ~35 %) men varje division vid verket (som har en funktionsindeldad organisation) svarar för sina egna forskningsbeställningar. VTI's forskning gäller dock inte enbart vägtransporter utan också tåg- och flygtransporter samt sjöfart. Banverket beställer forskning med för närvarande c:a 8 Mkr/år. Sjöfartens forskning ökar likaså medan flyget har en obetydlig del än så länge. Man har därför fått ett 20 – 30-tal olika okoordinerade beställare. VINNOVA's del är 22 Mkr (2003), dvs 15 %. VINNOVA har genom sin koncentration på innovationsfrågorna i stort sett abdikerat från sin uppgift att stödja transportforskningen, framförallt då den samhällsvetenskapliga och transportpolitiska forskningen. Finansieringen är alltså splittrad och svag vad gäller grundläggande och långsiktig medan den tillämpade forskningen och uppdragen har tillfredsställande nivå. De egna resurserna måste täcka den långsiktiga kunskapsuppbyggnaden. Ungefär 11 Mkr avsätts för kompetensutveckling. Eftersom basfinansieringen är låg har VTI därför blivit helt omvärldsberoende. Detta har lett till ett starkt omvandlingstryck och krav på ny kompetens, vilket är hälsosamt, men den långsiktiga kompetensuppbyggnaden är svårare att klara.

En central faktor är samarbetet med högskolor och universitet. Detta är viktigt för VTI för att få tillgång till kunskap och nya idéer, inte minst inom samhällsvetenskap. Ett problem är att institutionerna och forskargrupperna inom högskolan är för små och för splittrade. Dock har VINNOVA etablerat kompetenscentra inom transportområdet där VTI medverkar. Vägverket skapar nu ett antal motsvarande centra.

Samarbete finns främst med Linköpings universitet, naturligt nog eftersom VTI ligger på universitets campus. Det gäller bl a Tema-T där VTI delar på en professur inom trafiksäkerhet och relationerna mellan teknik och samhälle. En annan samarbetande

enhet är HMI och Folkhälsoinstitutet inom medicinska fakulteten. Totalt finansierar VTI tre adjungerade professorer och en delad full professur vid LiU; alla inom beteendevetenskaperna. Andra områden av intresse för VTI är simulering och modellering där LiU har stark kompetens.

Ett ramavtal har tecknats med KTH med syfte att bygga europeiska nätverk inom väg- och transportområdet samt vägunderhåll. Vägunderhållet är ett klassiskt forskningsområde som fortfarande är viktigt. Vägverket finansierar nu ett forskningscentrum och två nya professorer. Ett viktigt område för samarbetet med KTH är fordonsforskning där VTI:s nya simulator är en intressant resurs. VTI kommer vidare att förstärka sin närvaro i Stockholm genom att sätta upp en ny enhet inom KTH campus dit ekonomerna med inriktning på transportfrågor kommer att lokaliseras.

Chalmers är en tredje viktig partner. Samarbetet avser fordonsforskning, buller, människa-maskinsamverkan, krocksäkerhet mm. VTI har redan ett kontor i Lindholmenområdet. Där finns också en förbindelse till körsimulatorn så att experiment kan skötas från Göteborg. Två adjungerade professorer vid CTH finansieras av VTI.

#### *INTERNATIONELLT SAMARBETE OCH NÄTVERK*

En viktig aspekt av omorienteringen de senaste åren har varit den internationella orienteringen. VTI har nu ett mycket väl utvecklat internationellt samarbete och har varit en drivande kraft för att etablera flera organisatoriska nätverk för forskningsinstitut i Europa: The Forum of European National Highway Research Laboratories (FEHRL) med fokus på vägforskning och FERSI inom trafiksäkerhetsområdet, samt European Conference of Surface Transport Research Institutes (ECTRI).<sup>21</sup>

FEHRL är en sammanslutning av 27 vägforskningsinstitut med syfte att skapa samarbete om 'highway engineering' som bildades redan 1989. Forskningen skall

---

<sup>21</sup> <http://www.fehrl.org/institutes.htm> respektive <http://europa.eu.int/comm/transport/rail/research/doc/rrid-ectri.pdf>].

betjäna nationella regeringar, EU-kommissionen, väghållare och trafikanter. Det är bara en medlemsorganisation i varje land. Det stora flertalet av EU-staterna inklusive de nya medlemsländerna, samt Bulgarien, Island, Kroatien, Norge, Rumänien, Serbien och Schweiz är representerade. Kansliet finns i Bryssel. Totalt omfattas 2500 forskare och den är helt dominerande inom sitt område i Europa. Särskilt viktiga partner för VTI är TRL i Storbritannien och BAST i Tyskland.

ECTRI skapades 2002 som ett komplement till FEHRL och som ett europeiskt 'Networks of Excellence'. Denna organisation är också inriktad primärt gentemot EU-systemet. ECTRI är ursprungligen ett franskt initiativ med avsikt att skapa ett centrum med deltagande av institut från flera transportslag. Dess verksamhet är alltså betydligt bredare än den som FEHRL bedriver. Nu medverkar 16 institut i 14 länder med sammanlagt 1 300 forskare. Både FEHRL och ECTRI är fristående från EU och är egna juridiska personer. De har inga egna verksamheter utan bygger på medlemmarnas verksamheter. Man underlättar delande av forskningsresurser, kartlägger experimentella tillgångar, samt stödjer utbyte av unga blivande forskare, doktorander och postdoktorer. Viktiga uppgifter för båda organisationerna är att ge råd åt kommissionen och stödja den i att utveckla verksamhetsidéer samt att i samband med utlysningar sedan fungera som en plattform för att skapa ansökningar.

Ett embryo till ett europeiskt vägverk har skapats genom tillkomsten av Conference of European Directors of Roads (CEDR). En rad nationella marknader öppnar sig nu för anbud från andra länders forskningsinstitut. För VTI ger detta möjligheter till nya verksamheter i samarbete med bl a INRETS (Frankrike), TRL (Storbritannien), BAST (Tyskland), TNO (Nederländerna), CDV (Tjeckien), KTI (Ungern) med flera. Särskilt långtgående har det bilaterala samarbetet mellan VTI och TNO varit där man nu kan tala om en faktisk arbetsdelning.

Den här processen har kommit längst i norra Europa medan södra Europa har ett mer splittrat forskningssystem med ett antal självständiga aktörer i samma land. Dessa tvingas nu skapa paraplyorganisationer eller slå sig samman för att effektivt kunna medverka i det europeiska samarbetet. Det finns en del kvar att göra i Sverige också och ökad samordning och klarare uppdelning av arbete mellan VTI, Statens Provningsanstalt, IVL och universiteten är angelägen.



Ytterligare ett viktigt exempel på det internationella samarbetet är VTI:s aktiva medverkan i OECD:s transportforskningsprogram liksom i ett delvis parallellt forskningsprogram som drivits av CEMT (de europeiska transportministeriernas samarbetsorganisation). Dessa två verksamheter slogs samman 2004. Arbetet i OECD/CEMT kommer att koncentreras till fem olika teman; infrastruktur, transporttjänster, transportsäkerhet, hållbar miljö samt globalisering och handel. OECD-verksamheten är inriktad mot policy och benchmarking.

#### *PROJEKTET INTELLIGENTA VÄGAR*

VTI deltar i ett stort antal EU-projekt. I första utlysningen inom FP6 medverkar man i 10 projekt vilket förväntas ge 30 Mkr i inkomster. Ett av dem är INTRO, 'Intelligent Roads', ett nystartat EU-projekt om trafiksäkerhet, transportkapacitet och vägkomfort med VTI som koordinator.<sup>22</sup>

INTRO drivs av Bengt Wälivaara vid VTI. Vägforskningsinstitut från Österrike, Frankrike, Schweiz och Storbritannien ingår plus FEHRL och ett antal företag. Syftet är att bidra till "Europeisk nollvision" och nå målet om halverat antal olyckor 2010, möta behovet av ökande krav på vägnätens kapacitet (laster, flöden) samt att möta krav på förbättrad vägkomfort för användarna.

Uppgifterna är att forska om:

- Nya metoder för övervaka vägars halkrisk: Realtidsteknik för lokal halkvarning på nätverksnivå. Kombinera "statiska" vägdata och "dynamiska" vägdata. Optimering av förargränssnitt genom användning av VTI's köringsimulator.
- Transport- och säkerhetsövervakning: Kombinera trafiksensorer, väderdata, fordonssensorer. Optimera trafikflöden och minska restider. Nya varningssystem för t ex "rear end collisions". Här används en vägdatas

---

<sup>22</sup> Beskrivningen kommer att kompletteras med förhistorien, tidigare projekt, hur projektet planerades, vem som kom med idéerna och hur utvecklingen sedan organiserades. Projektets budget är 3,5 M€, start 2005. VTI:s del omfattar projektet sju månader fördelade över tre år.

(jämnhet, friktion, slitage etc) som sedan kompletteras med väderinformation och fordonsinformation för att ge en ögonblicksbild av läget.

- Intelligenta vägkonstruktioner: Utvärdera sensorteknik för kostnadseffektiv ”in-situ” övervakning av vägars tillstånd, kombinera med sensorer i fordon. Förlänga livslängden och effektivisera användning/underhåll av vägarna. Avsikten är att kontrollera vägens skador i realtid med bl a information från både sensorer i vägkroppen och bilburna sensorer kombinerade med GPS-system. Detta ger uppgifter om aktuell bärighet, gupp osv.

Ett första steg är alltså att skapa data om vägen, delvis baserad på databasinformation och delvis från aktuell information från tidigare fordon i realtid. Denna information lagras och bearbetas centralt. Ett följande steg är sedan att presentera denna information för förare på ett praktiskt och användbart sätt. Man använder transpondrar som överför signaler mellan fordon och sensorer placerade på vissa punkter längs vägen. Kommunikationen mellan transpondrarna sköts av fordonen som överför information från en punkt till en annan och fordonen fungerar alltså som ett slags rörligt informationsnätverk. Vägfriktion och halka mäts av särskilt utrustade fordon. Det nya är här att informationen lagras lokalt i vägen och därmed görs tillgänglig för andra fordon praktiskt taget direkt efter mätningen.

#### *DRIVKRAFTER OCH STRUKTUR I DET INTERNATIONELLA SAMARBETET*

Vägtransportforskning är till stora delar en mycket tillämpad vetenskaplig verksamhet med nära knytning till uppdragsgivare – vägverk, väghållare, organisationer för transportreglering mm. Det innebär att resultat normalt kommer till användning genom regler och standarder som dessa organisationer utfärdar och i vägbyggande, vägunderhåll och vägskötsel. Vagnäten kräver stora kostnader och hanteras normalt nationellt och regionalt (subnationellt). Vägarna är starkt klimatberoende och skötsel och byggande är beroende på lokala material som skiljer sig mellan olika områden. Det europeiska samarbetet blir dock snabbt allt viktigare och de stora vägnäten i Europa är nu i praktiken gränslösa vad gäller transporten. Det är alltså naturligt att transportforskningen verkar både i ett nationellt och europeiskt perspektiv. Det senaste decenniet har som vi såg ovan flera europeiska samarbetsorgan med litet olika uppgifter och sammansättning etablerats för att underlätta sådant samarbete.

När det gäller internationaliseringen av forskning är det i huvudsak fyra faktorer som varit drivande:

- Behovet av breddad kompetens för att kunna dra nytta av andras erfarenheter och bidra med egna resurser i bredare sammanhang.
- Genom att vägnäten knyts samman och den internationella transporterna tilltar ökar trycket på standardisering och samordning mellan olika länders vägtransportssystem.
- Finansiering genom EU:s ramprogram. För VTI är EU-finansieringen ett viktigt tillskott (4-5 % år 2004) och snabbt ökande.
- Sälja tjänster. Marknaden för ett svenskt transportforskningsinstitut är begränsad med ett mycket litet antal beställare. Det är därför viktigt för VTI att genom samarbete med andra företag kunna dra tills sig och medverka i olika upphandlingar av forskning och därmed kunna få ett bredare underlag för sin verksamhet. Denna bidrar då också till att bygga upp och behålla kompetens. Ett exempel är den nya körsimulatorn som är internationellt attraktiv och därför delvis kan finansieras genom utländska uppdrag.

De organisatoriska nätverk som formas är i huvudsak av två typer: symmetriska nätverk och kluster. De symmetriska nätverken där alla noder samverkar med alla andra noder och där ingen nod fungerar som centrum är karakteristisk för många av de internationella organisationerna. De är inriktade på att främja samarbete, utbyta information och fungera som plattformar för att arbeta fram nya idéer och projekt. De kan alltså vara decentraliserade – nästan alla resurser finns i noderna och det praktiska arbetet bygger på att ett urval noder samverkar kring vissa uppgifter med ett minimum av central styrning. Särskilt tydligt är detta i OECD-samarbetet som är primärt inriktat på policyfrågor men också FEHRL och ECTRI har den karaktären.

De exekutiva projektsamarbetena inklusive EU-projekten måste naturligtvis ha en starkare verksamhetsstyrning och bra ekonomisk kontroll och är därför mer centraliserade. Men även om en av noderna har en ledande roll så finns det väl

utvecklade kontakter mellan de andra noderna också. Vi ser därför närmast ett nätverk av klusterkaraktär dock med ett tydligt centrum.

## FOI OCH FORSKNINGEN OM EXPLOSIVÄMNEN

### *FOI:S UTVECKLING DET SENASTE DECENNIET*

FOI har för närvarande 1300 anställda (plus ett 70-tal kontrakts- eller arvodesanställda) varav 950 är forskare eller har motsvarande kompetens. 35 % av dessa har en forskarexamen men de finns många civilingenjörer som vid de internationella utvärderingarna bedöms vara forskningskompetenta.

FOI, som skapades genom en sammanslagning av FOA och FFA, har en lång historia. Försvarets forskningsanstalt, FOA, skapades i slutskedet av andra världskriget. Uppgiften var att snabbt ta fram ny kunskap som försvaret behövde, framförallt om kärnvapen och om skydd mot dem och andra nya typer av vapen. Detta dominerade 1950- och 60-talens arbete. I samband med avspänningen som följde efter kalla kriget betonades forskningens rådgivande roll och frågor om försvarets struktur och mål ställdes i centrum. Säkerhetspolitisk forskning och rustningskontroll växte till en viktig del av försvaret. Under 1970- och 80-talen stagnerade anslagsutvecklingen och FOA:s personal minskade från c:a 1500 till 1100 anställda.<sup>23</sup>

Med Sovjetunionens sönderfall och Berlinmurens fall har den säkerhetspolitiska kartan helt förändrats samtidigt som den tekniska utvecklingen har skapat helt nya vapen och nya sätt att arbeta för försvaret. Hela samhället är nu på ett helt annat sätt indraget i försvarsförberedelser och frågor om det civila samhällets sårbarhet och beroende har lyft fram som centrala. Medlemskapet i EU och medverkan i fredsbevarande insatser i olika delar av världen ställer nya kunskapskrav.

Under 1990-talet fick FOA en allt tydligare betoning på projektstyrning och utvecklade gradvis starkare band med avnämarna inom den militära men i ökande grad också med den civila sektorn. Förvarssystemens ökande komplexitet krävde ökat samarbete mellan FOA, Flygtekniska försöksanstalten (FFA) och Försvarets materielverk, samt nära samarbete med kunderna och också internationellt med motsvarande myndigheter

---

<sup>23</sup> Ann Kathrine Littke & Olle Sundström, *Försvarets Forskningsanstalt 1945-1995* (Stockholm: Probus förlag, 1995)

i andra länder. För att bredda rekrytering och kompetens krävdes också förstärkt samarbete med den svenska högskolan. En utredning om den framtida försvarsforskningen från 1992 föreslog därför att medel skulle öronmärkas för samverkan med universitet och högskolor. Det internationella samarbetet karakteriserades enligt utredningen främst av informationsutbyte vilket borde fördjupas.<sup>24</sup>

#### *DET INTERNATIONELLA SAMARBETET*

I slutet av 1980-talet och början av 1990-talet bedrevs ett intensivt kontaktskapande arbete för att bygga ut de internationella kontakterna. Under mitten av 1990-talet hade detta mognat fram och började formaliseras genom memoranda och kontrakt.

Försvarsforskningsutredningen, som arbetade under 1999 och vars främsta uppgift var att undersöka förutsättningarna för att slå samman FOA och FFA, konstaterade att Sverige hade en stark ställning inom europeisk försvarsforskning och flygteknisk forskning. Det fanns då ett tjugotal samverkansavtal på regeringsnivå. Mer än 90 % av samarbetet riktades mot de ledande försvarsindustriella länderna: USA, Storbritannien, Frankrike, Tyskland och Nederländerna.<sup>25</sup>

Internationellt samarbete inom försvarsområdet startar ofta genom personliga initiativ men för att de skall kunna utvecklas till faktiskt samarbete så krävs avtal och formella överenskommelser, ofta på regeringsnivå. Det finns flera former för det internationella samarbetet:

- Bilateral avtal
- WEAG, Western European Armament Group
- Letter of intent, 6-nationssamarbetet
- Proposal Assistance for Coordination of European Research, PACER

---

<sup>24</sup> *Forskning och utveckling för totalförsvaret : Förslag till åtgärder. Slutbetänkande av 1991 års försvarsforskningsutredning* (Stockholm: Regeringskansliet, Statens offentliga utredningar 1992:62, 1992)

<sup>25</sup> *Ledande forskning - för säkerhets skull : Betänkande av Försvarsforskningsutredningen* (Stockholm: Försvarsdepartementet, SOU 1999:110, 1999), sid. 68-71

- Bilateralt forskningssamarbete för att underlätta export av militär materiel
- Uppdragsforskning med utländska uppdragsgivare

En styrka för FOI är den starka interaktionen med uppdragsgivarna. FOI hjälper t o m uppdragsgivarna att optimera användningen av system. Detta är relativt ovanligt inom försvarsforskningen och gör oss intressanta internationellt. Storbritannien ser t ex Sverige som en huvudpartner i Europa.<sup>26</sup>

Inom flygtekniska området har det amerikanska samarbetet helt dominerat. Stora utvecklingsprojekt har varit kopplade till amerikanska enheter. När Sverige började samarbeta inom EU:s ramprogram expanderade det europeiska samarbetet inom flygområdet. Sverige har genom sin neutrala ställning och höga tekniska nivå varit en intressant samarbetspartner för USA och för andra länder. I och med den förändrade säkerhetspolitiska situationen breddades de flygtekniska kontakterna på 90-talet. En bidragande faktor var också att fler forskare från universiteten anställdes och tog med sig vanor och attityder därifrån.

Den militärtekniska utvecklingen drevs fram av omfattande militära forskningsprogram, särskilt i USA men även i andra industriländer. Samtidigt har den civila teknikutvecklingen blivit allt viktigare för den militära tekniken. Inom ett flertal områden (IT-teknik, modellering och simulering, materialteknik, bioteknik m.m.) är i dag den civila utvecklingen dominerande och uppgiften blir då för den militära forskningen att tillämpa och anpassa tekniken till de speciella militära förhållandena.

FOI bedriver en förhållandevis stor andel av forskningsprojekten i samarbete med internationella forskningsorganisationer och -institut. År 2004 hade FOI 128 internationella samarbetsprojekt, en siffra som har ökat med 7-8 % år de senaste åren. Projektavtalen innefattade bilaterala och trilaterala regeringsavtal (memorandum of understanding) och projekt inom ramen för EU-samarbetet, NATO och WEAG.<sup>27</sup>

---

<sup>26</sup> Uppgifterna i paragrafen och punkterna ovan bygger på en intervju med Madelene Sandström och Hans Elger

<sup>27</sup> FOI, *Årsredovisning 2004*, kompletterat med intervju med generaldirektör Madelene Sandström och Hans Elger samt uppgifter från Lars Stenholm, FOI

Sedan några år bedrivs ett omfattande samarbete med sex europeiska länder med ledande flygindustri: UK, Tyskland, Italien, Frankrike, Spanien och Sverige. Det är brett upplagt och har tagit viss tid att etablera. Det började med information om pågående verksamhet och identifiering av intressanta områden för samarbete. Man möts två gånger per år på nationell nivå och ett antal arbetsgrupper har satts till inom speciella områden för att undersöka förutsättningar och intresse för samarbete samt för att förbereda detta.<sup>28</sup>

Den snabba ökningen av internationellt samarbete speglas i antalet bilaterala eller multilaterala avtal och kontrakt. År 1994 var antalet omkring 10 men det mer än tiodubblades under det följande decenniet: under 2004 hade FOI 128 internationella samarbetsprojekt. FOI bedriver också forskning på uppdrag från utländska intressenter och 2004 hade FOI 35 Mkr i intäkter för utländska uppdrag. De flesta samarbeten genomförs dock för att bredda kompetensbasen och varje partner svarar för de egna kostnaderna. Avtalen omfattar då inga betalningar.

#### *MÅLSÄTTNINGAR FÖR DET INTERNATIONELLA SAMARBETET*

Drivkrafterna bakom denna snabba expansion av det internationella samarbetet är sammansatt. Naturligtvis är en central faktor behovet av kompetens, både kompletterande och förstärkande inom respektive område. Det krävs då att Sverige har något unikt att bidra med på någon punkt. Ett annat viktigt motiv är behovet av att dela dyra anläggningar. Särskilt gäller det flygområdet där vindtunnlar, simulatorer, superdatorer och provflygplan innebär stora investeringar där FOI (och tidigare FFA) behöver få tillgång till anläggningar utomlands.

Men det är också utpräglat politiska målsättningar bakom delar av det militära forskningssamarbetet och allt samarbete är naturligtvis underkastat politiska bedömningar och svensk säkerhetspolitik. I vissa fall innebär forskningssamarbete en markering av ett svenskt intresse att få fördjupad insyn och dra nytta av samarbete där direkt militärt samarbete inte är aktuellt. Ett exempel är samarbetet med forskning inom NASA.

---

<sup>28</sup> FOI, *Årsredovisning 2004* (Stockholm: FOI, 2004)

Ytterligare ett motiv för forskningssamarbete är att gynna svensk export av militär utrustning. Som ett led i ansträngningarna att sälja JAS knöt FFA kontakter med flygforskningsorganisationer i några potentiella kundländer. Detta skäl för forskningssamarbete är ovanligt inom den statliga sfären, i alla fall i denna distinkta form.<sup>29</sup>

### *SPRÄNGÄMNE*

Det finns en lång tradition inom forskning om sprängämnen sedan Nobels tid. Sprängämnen var också det första arbetsområdet för Försvarets Kemiska Anstalt vid Ursvik som skapades 1936.

Sprängämnen, eller som det heter vid FOI explosivämnen eller högenergetiska material, finns i en mängd produkter, också civila. I varje luftkudde i bilarna finns t ex 2 hg sprängämne. Det ställs i princip tre krav på sprängämnen: De skall vara säkra, bra (effektiva) och billiga. I militära tillämpningar är de första två kraven viktiga, i civila framförallt säkerhet och pris.<sup>30</sup>

Reaktionstider och förlopp som man studerar varierar från nanosekunder till millisekunder och därutöver. Området är tvärvetenskapligt och använder sig av kunskaper från en rad discipliner inklusive kärnfysik, kemi, materialfysik, mekanik och hållfasthetslära. Den tidigare forskningen koncentrerades kring effektiviteten medan efter andra världskriget säkerhetskraven ställdes i centrum, bland annat beroende på en följd av ett antal ammunitionsolyckor. På senare tid har energitätheten i sprängämnen dramatiskt förbättrats genom högdensitetsföreningar. Flera hundra procents förbättring i effekt har uppnåtts.

I Sverige finns viss industri inom området (Urenco, tidigare Nobelkrut, samt Dyno Nobel).

---

<sup>29</sup> *Ledande forskning - för säkerhets skull : Betänkande av Forsvarsforskningsutredningen* (Stockholm: Forsvarsdepartementet, SOU 1999:110, 1999), s 73-74.

<sup>30</sup> Uppgifterna vad gäller explosivämnen bygger på intervju med Henrik Östmark, FOI.



### *INTERNATIONELLA KONTAKTER*

Forskningsområdet är litet i Sverige och Sveriges andel av den totala forskningen är också liten. Internationella kontakter blir därför nödvändiga för få tillräcklig kompetens och bredd. Men internationellt samarbete är också viktigt för finansieringen. Den nuvarande chefen för forskningsenheten, Henric Östmark, byggde på sina amerikanska kontakter när han kom tillbaka till Sverige efter sin postdoktortid. Kort därefter blev han institutionschef och då gjorde han internationellt samarbete till en prioriterad fråga.

Efter att ha misslyckats att få anslag för ett projekt från TFR och NFR vände Östmark sig till DARPA som beviljade 18 Mkr för 3 år för arbetet samt öppnade för ett samarbete med 5 ledande amerikanska lab. FOI's roll var framförallt att bidra med teoretiskt kunnande. Det har sedan fortsatt med en rad kontrakt, huvudsakligen med USA, Tyskland, Frankrike, Storbritannien och Holland. I USA öppnar sig nya möjligheter med Homeland Security (HSARPA). På senare år har det också tillkommit projekt och inledande kontakter har tagits med länder utanför Europa och Nordeuropa.

Östmark har etablerat samarbete med fysikalisk kemi på KTH för att utnyttja deras teoretiska kompetens. Både lärare, postdoktorer och doktorander är indragna i samarbetet och är anställda eller arvoderade av FOI för arbetet. Men de internationella kontakterna är oundgängliga och centrala för institutionen. Skälen är inte bara att få tillgång till kompletterande kunnande utan också rent finansiellt. Institutionen har inget basanslag utan allt är efterfrågestyrt. Ungefär hälften av inkomsterna utgörs nu av en del av Försvarsmaktens 'samlingsbeställning' till FOI (som förhandlas centralt), en fjärdedel av industriella uppdrag och resten (25 %) är utlandsfinansierat.<sup>31</sup> Det är alltså en mycket viktig del av inkomsterna.

---

<sup>31</sup> Patent och licensinkomster ingår i detta. FOI får t ex licensinkomster från Urenco.

## INTERNATIONELL FORSKNINGSPOLITIK

Även om forskarnas egna kontakter och behov är den grundläggande drivkraften bakom internationaliseringen av forskningen så spelar politiska och ekonomiska också en stor roll. Ett uppenbart exempel är EU:s strävan att stärka unionens ekonomi och främja kontakter mellan länderna en stor, för att inte säga avgörande roll, för att en europeisk forskningsfinansiering kommit till stånd. Men långt innan EU började finansiera forskning hade en rad internationella organ skapats för att möjliggöra investeringar i forskningsutrustning som översteg vad enskilda länder kunde klara. Den största organisationen är CERN, det schweizisk-franska forskningslaboratoriet för högenergifysik, men det finns en lång rad liknande organisationer som stöds av olika länder eller av myndigheter i flera länder.

I följande avsnitt granskas forskningspolitiken och det internationella samarbetet kring nästa generations jätteteleskop.

### STORA OPTISKA TELESKOP OCH ESO

Ett gott exempel på hur svenska forskare drivs att samarbeta internationellt därför att stora instrument blir allt större och dyrare är utvecklingen av optisk teleskopi.

Astronomi är en gammal vetenskap med namnkunniga forskare som Nicolaus Copernikus (1473-1543), Tycho Brahe (1546-1601), Johannes Kepler (1571-1630), och Galileo Galilei (1564-1642). Dessa namn markerar en fundamental förändring av vår världsbild.<sup>32</sup>

Men det var också med Galileo som utvecklingen av teleskop tog sin början. Två huvudtyper används: teleskop med linser och spegelteleskop. Avgörande för ett teleskops prestanda är dess ljusstyrka vilken nära sammanhänger med storleken på den yta som samlar in ljuset, teleskopets apertur. När aperturen växte för att öka teleskopets ljusstyrka så blev linsteleskopen tunga och svåra att bygga med tillräcklig stadga. En lins sitter ju högst upp i teleskopet medan spegeln monteras i nedre änden. Gradvis vann

---

<sup>32</sup> Arne Ardeberg, 'Från obehäpnade ögon till jätteteleskop' i Lennart Lindegren & Ingemar Lundström (red.), *Lundaögon mot stjärnorna : Astronomin i Lund under fem sekler* (Lund: Lunds universitetshistoriska sällskap, Årsbok 2003, 2003)

därför spegelteleskop av olika typer terräng. Till detta kom problemen med kromatisk aberration (olika fokallängd beroende på ljusets våglängd) för linserna.

Från början av 1900-talet tog USA ledningen, delvis därför att de hade tillgång till platser med bättre atmosfäriska förhållanden än de som fanns i Europa men också för att det var lättare att få fram anslag och bidrag till att bygga stora teleskop. Inte minst var privata donationer viktiga i den amerikanska utvecklingen.

Ungefär samtidigt med att CERN började planeras tog europeiska astronomer initiativ för att skapa en gemensam organisation för astronomi, det Europeiska Sydobservatoriet, ESO. Avsikten var att bygga stora teleskop i Chiles högland. De länder som var indragna från början vara Belgien, Frankrike, Nederländerna, Storbritannien, Sverige och Tyskland. Det tog dock lång tid att mobilisera det finansiella stöd som krävdes och ESO skapades först 1964, då också med Schweiz som medlem (men utan Storbritannien eftersom engelsmännen föredrog att bygga ett eget teleskop). Fem år senare kunde anläggningen i Chile invigas med tre teleskop, det största ett spegelteleskop med 150 cm diameter.

#### *DE NORDISKA OCH EUROPEISKA TELESKOPEN*

Ett nytt europeiskt alternativ initierades av Spanien 1974 som inbjöd andra länder att bilda en organisation för att utnyttja Kanarieöarna som bas för en ny generation teleskop. Fem år senare hade ett avtal slutits där Storbritannien skulle bidra med tre teleskop, Danmark med en automatisk meridiancirkel och Sverige med ett solteleskop. Nederländerna och Irland anslöt sig sedan till samarbetet. Det största teleskopet, William Herschel-teleskopet, var spegelteleskop med 420 cm apertur. De var klart 1987 och fick i praktiken en ljussamlande förmåga och bildkvalitet som då var överlägsen de bästa amerikanska och ryska teleskoperna. Viktigt är inte bara själva teleskopets storlek utan också dess stabilitet, termiska balans och en natthimmel med litet turbulens och ströljus. Det nordiska teleskopet och placeringen på La Palma erbjöd detta.

Nästa steg i utvecklingen av svensk astronomi togs i samarbete med Danmark, Norge och Finland. Med stöd från det nordiska ministerrådet samt forskningsråden i de fyra länderna med totalt 29 miljoner kr kunde projekteringen av ett stort nordiskt teleskop, NOT, initieras 1983. Efter omsorgsfull kartläggning av möjliga platser på norra hemisfären valdes slutligen Roche de los Muchachos på La Palma. NOT var under

1980-talet ett stort teleskop med sin spegelapertur på 2,56 m. Vid gynnsamma omständigheter kan teleskopet ge en punktskärpa mindre än 0,5 bågsekund (svarar ungefär mot en tändsticksask på 20 km avstånd). Optiken har senare kompletterats med ett aktivt optiskt system som pressar upplösningen ytterligare till ungefär hälften av detta.

#### *DET POLITISKA SPELET KRING NÄSTA TELESKOP*

Utvecklingen kan förstås som en tävling mellan USA och Europa. Finansieringen av så stora anläggningar är väsentligen driven av nationell prestige – uppgiften är att ge de egna forskarna resurser att göra banbrytande arbete och därmed bringa ära och berömmelse. Forskarna är kanske mer engagerade i den egna forskargrupperingens resurser och förutsättningar men spelar med i det nationella spelet eftersom det är sättet att få fram resurser.

Det går naturligtvis att göra mycket intressant och god forskning också med ett teleskop som inte är störst men som är väl placerat och byggt – det nordiska teleskopet är ett bra exempel på ett jämförelsevis mindre teleskop som ändå gett fina resultat. Men de verkligt nya studierna kräver ofta instrument med toppprestanda.

USA har länge haft ett övertag och tenderar att komma först med ny teknik och större instrument. Det mest spektakulära teleskopet är otvivelaktigt rymdteleskopet Hubble Space Telescope skickades upp 1990 efter närmare 20 års planering och förberedelser. Det visade sig dock att ett katastrofalt fel i mätutrustningen hade lett till att spegeln hade en sfärisk aberration och bilderna blev dåligt fokuserade. 1993 lyckades man montera ett tilläggsystem som rättade till felet och man uppnådde en upplösning som låg nära den avsedda (0,05 bågsekunder).

I början av 1990-talet byggdes det första mycket stora amerikanska teleskopet (VLT) på Hawaii, Keck-teleskopet, som består av två separata teleskop vardera med en effektiv apertur av nära 10 m och med en upplösning av 0,3-0,5 bågsekunder.

ESO följde efter med fyra kopplade VLT-teleskop, vardera med 8 m spegel, i Chile (1999-2001). I Japan finns ett 8 meters teleskop med aktiv optik, Subaru, som har nått mycket goda resultat. Med hjälp av adaptiv optik har mätningar med 0,06 bågsekunders upplösning gjorts.

I USA har nu arbete påbörjats på ett 30-meter teleskop med adaptiv optik som skall vara klart omkring 2014. Frågan för européerna blir nu om de skall tävla om att ha världens största teleskop också i nästa omgång.

### *OWL OCH EURO 50*

ESO planerar nu för nästa generations europeiska teleskop, döpt till *Overwhelmingly Large Telescope, OWL*. Man planerar ett gigantiskt teleskop med en sfärisk huvudspegel med 100 m diameter och fullt adaptiv optik i hela spektret från optiska våglängder till IR. Genom att välja en sfärisk huvudspegel framtvings en rätt komplicerad optik för de följande stegen med inte mindre än 5 sekundärspelar. Kostnaden uppskattas ligga i spannet 1200 M€ och teleskopet beräknas kunna vara i full drift omkring 2020. I arbetet med OWL deltar 8 länder, också Sverige.

Ett mindre men mer realistiskt alternativ har dock utvecklats på basen av erfarenheterna från NOT. Ett konsortium med 6 institutioner från 5 länder deltar (Sverige, Storbritannien, Irland, Finland, Spanien) med Lunds astronomiska institution som den ledande enheten.

Planeringen av *Euro 50* utgår från ett mindre teleskop än OWL med 50 m diameter i våglängdsområdet 0,35  $\mu\text{m}$ -20  $\mu\text{m}$  och med en upplösning av storleksordningen 0,003 bågsekunder. Huvudspegeln är asfärisk. Med en asfärisk huvudspegel som är svårare att bygga och justera än en sfärisk spegel vinner man dock stora fördelar senare i strålgången och man kan begränsa sig till en sekundärspelar. Denna förutsätts också vara adaptivt justerad. Den totala kostnaden uppskattas bli 600 M€, alltså ungefär hälften av OWL. Om arbetet initieras på allvar 2006 så beräknas det vara möjligt att färdigställa teleskopet till 2014, alltså sex år före OWL.

### *ADAPTIV OPTIK OCH DE REGLERTEKNISKA UTMANINGARNA*

För att åstadkomma en upplösning av den här storleksordningen måste optiken dels vara ljusstark (stor apertur) och dels kompensera för olika typer av störningar i atmosfären. Den skall också ge hög kontrast (låg bakgrundsstrålning) för att ljussvaga objekt skall kunna iakttas. Med en så stor spegelyta som 50 m så måste huvudspegel justeras adaptivt. Det gör man genom att dela upp den i ett stort antal hexagonala element som vart och ett positioneras med tre aktuatorer. Rörelsen kan vara upp till 2 mm och precisionen i läget måste kunna justeras till 10-20 nm, alltså en bråkdel av

ljusets våglängd. Justeringen görs med en frekvens av upp till 5 Hz. Motsvarande gäller för sekundärspiegeln som är helt flexibel. Där är dock kraven på frekvensanpassningen mycket högre, c:a 1 kHz.

Om man inte råkar ha en ljusstark stjärna nära det objekt man vill studera så måste man skapa en. Man skickar upp en ljuspuls med laser vars ljus sprids på c:a 90-100 km höjd i det mesosfäriska skiktet. Denna ljuspunkt kan sedan användas för att justera speglarna för maximal skärpa och kontrast. Mätningen av vågfronten görs i ett separat system dit ljuset speglas efter att ha passerat sekundärspiegeln (endast en del av ljuset reflekteras till våganalysatorn, medan huvuddelen går till registreringen). En krökt vågfront ger upphov till störningar i det gitter man får från en stjärna/ljuspunkt och baserat på detta fel sänds signaler tillbaka till styrenheterna för huvud- och sekundärspeglarna.

Detta innebär ett gigantiskt reglertekniskt problem med flera tusen aktuatorer och sensorer som är ihopkopplade. Störningarna kan vara av olika slag: vind, turbulens, temperaturförändringar i luften. Beräkningarna har gjorts dels med finita elementmetoder, dels med antagande om vissa svängningsmoder hos spegeln. Det finns också effekter från gravitation (nedböjning av konstruktionen vid lutning pga. av dess tyngd), svajning av strukturen pga. vind mm. Det är totalt fyra reglertekniska system som måste länkas samman.

#### *DET POLITISKA SPELET*

Viss finansiering av projekteringen har erhållits från EU men den fortsatta finansieringen av projekteringsarbetet är oklar. ESO känner till projektet men driver primärt den mycket mer omfattande planeringen av OWL. Det finns, menar den svenska gruppen, en uppenbar risk för att det mer ambitiösa OWL blir så dyrt och tar så lång tid att bygga att USA återigen kommer först med nästa generations teleskop.

Vad vi ser är alltså hur astronomerna tvingas in i ett storpolitiskt spel, inte därför att de själva är intresserade av de frågorna utan därför att den nationella prestige är det avgörande politiska argumentet för de stora investeringarna. Dock är det astronomerna själva som driver frågorna om utformningen och därmed kostnaderna för de instrument som behövs och därmed sätter de spelarenan. Politikerna svarar på astronomernas förslag och det är inte de som tar initiativet.

## ANALYS

### FORSKARNAS MOTIV

Internationaliseringen av forskning drivs av ett antal motiv som är inbördes mycket olika till sin karaktär.

Det är därför motiverat att försöka finna en karakteristik av motiven för internationalisering. Vad är det egentligen som driver forskare, universitet och finansierande organ att i ökande grad lämna den nationella arenan och söka sig utanför nationsgränsen? Detta är den centrala frågan för studien.

Med utgångspunkt från de fallstudier som redovisats ovan är det möjligt att urskilja ett antal grundläggande motiv eller motivkomplex för att söka internationellt samarbete. Oftast samverkar de i olika konstellationer.

### *FÖRDJUPADE KUNSKAPER OCH ÖKAD KOMPETENS*

Det dominerande motivet i denna motivgrupp är att genom samarbete med kollegor i samma vetenskapliga område fördjupa sina kunskaper och hitta lösningar på de specifika forskningsproblem som forskarna delar i arbetet. Samarbetet är alltså inom den egna disciplinen och problemområdet med forskargrupper med samma eller snarlik forskningsinriktning. Det kan omfatta arbete kring gemensamma projekt, gemensamma skrifter, forskarutbildning och utbyte av postdoktorer. Sådant samarbete kan också vara ett sätt att vinna prestige i det givna peer-reviewsystemet; en artikel med någon ledande expert i fältet är en god merit för en yngre forskare. Samarbete kan höja den vetenskapliga kvaliteten och associeringen med ledande forskare gör det lättare att få in en artikel i tidskrifter med högre 'impact factor'. För de ledande och seniora forskarna är samarbetet ett sätt att få utökade forskningsinsatser inom områden som intresserar dem och som de betraktar som viktiga. Exempel på denna drivkraft ges i praktiskt taget alla fallstudier som redovisats ovan.

### *BREDDAD KOMPETENS*

Inom tvärvetenskaplig eller mångvetenskaplig forskning inriktad på att angripa speciella problemkomplex framtvings ofta internationellt samarbete för att bredda kunskapsbasen. Problemen är sammansatta och kräver samverkan från flera discipliner, kanske ibland också från olika fakultetsområden. Om inte dessa kunskaper och

kompetenser finns på nära håll inom det egna universitetet så måste forskaren söka sig till andra miljöer och länder för att kunna klara projektet. Detta mönster framträder ofta i EU-projekten (där samarbete över gränserna är ett formellt villkor för anslag) men naturligtvis inte bara där. Vi ser det t ex i orgelprojektet och i arbetet kring kognitiva system där uppgiften är brett tvärvetenskaplig och t o m omfattar samarbete över fakultetsområden. Detta är från forskarens sida en krävande verksamhet som fordrar insikter och kontaktnät utanför den egna disciplinen samt rätt mycket organisatoriskt arbete. Drivkraften är alltså att bredda kunskapsbasen för att lösa vissa problem.

#### *EXPERIMENTELLA RESURSER, 'MEGASCIENCE'*

Inom en rad områden har de experimentella kraven vuxit så att det är omöjligt för en enskild forskargrupp eller ens för ett land att bygga upp anläggningarna eller andra faciliteter som krävs för arbetet. Exempel är högenergifysiken (CERN), astronomi, rymdforskning, oceanografi osv. Synkrotronljuskällor, neutronkällor och fusionskammare är andra anläggningar som kräver internationell samverkan mellan länder för att klara investeringarna och driften av anläggningarna. Ibland etableras detta genom formella avtal mellan länder (CERN, ESA, EMBO/EMBL osv.) och i andra fall genom bilaterala överenskommelser mellan olika finansierande organ.

Ett exempel på det senare är då ESO's arbete med att förbereda och planera för nästa generation av optiska teleskop där Europa nödvändigtvis måste samarbeta om det överhuvudtaget skall vara möjligt att utmana amerikanerna på detta område. Ett annat exempel är polarforskningen som organiseras som expeditioner med medverkan från forskargrupper från ett flertal länder. Logistiskt, finansiellt och administrativt stöd för detta kommer då från specialiserade myndigheter; i Sverige via Polarforskningssekretariatet (kommer att diskuteras i en senare skrift).

#### *DATA OCH KOMPARATIVA STUDIER*

En fjärde motivgrupp är samverkan för att få tillgång till forskningsdata från andra områden eller länder. Detta är en vanlig metodik inom samhällsvetenskaperna där experiment normalt sett inte låter sig genomföras, men också inom vissa naturvetenskaper t ex geovetenskaper och andra inventerande och beskrivande vetenskaper. Exempel på detta ges av forskningen kring nationella innovationssystem



men också forskningen om malaria där både de aktuella moskiterna och parasiten finns i de drabbade länderna och inte inom Sveriges gränser (också dessa studier redovisas senare).

## **FINANSIERING OCH ANDRA VETENSKAPSEXTERNA MOTIV**

Motivbilderna är dock inte uttömd med dessa fyra alternativ (där också mellanformer och blandade motiv naturligtvis kan vara tänkbara). Utöver vetenskapliga mål (att säkerställa vetenskaplig kvalitet, bredda kunskapsbasen, och få tillgång till instrumentella resurser och data) så är det naturligtvis också frågan om praktiska och ekonomiska drivkrafter såsom att öka finansieringen av forskningen och uppnå skalfördelar och för att rekrytera kompetenta forskare och medarbetare, postdoktorer och doktorander. I samtliga undersökta fall har finansiering varit ett bidragande motiv, i något rent av det viktigaste.

Även om detta inte har kommit fram som ett motiv i de intervjuer som jag genomfört så kan säkert rent personliga intressen och reslust spela in i beslutet att studera och forska utomlands för den enskilde forskaren.

Ett tredje forskningsexternt syfte är att vinna ekonomiska fördelar för landet. Det kan underlätta etablering av nya industrier baserade på innovationer baserade på vetenskapligt kunnande. Forskningssamarbete kan också vara ett led i ansträngningar att dra investeringar till Sverige eller ett stöd i samband med export i samband med försäljning av militär utrustning (JAS flygplanen).

Internationell standardisering av produkter och metoder är vidare en drivkraft och ett motiv. När det gäller arbetet kring intelligenta vägar kommer uppenbart frågor om standard och system som fungerar över gränserna i Europa att spela in. Det torde också vara en viktig faktor inom t ex utveckling inom elektroniska kommunikationssystem.

Ytterligare en annan motivgrupp är forskningssystemets mer övergripande behov, t ex behov av samverkan kring utbildningsinsatser eller lärarutbyte.

Från ett nationellt och politiskt perspektiv är också andra motiv aktuella och dominerande bakom finansieringen av forskningen. Exempel på detta är försvarsforskningen som delvis motiveras av säkerhetspolitiska skäl, EU-systemets

program som kräver samverkan för att stärka unionens sammanhållning eller Sidas önskemål att bygga forskningssamarbete som gynnar samarbetslandet i tredje världen. Samarbetet kan alltså ibland ha utpräglat politiska syften (internationell solidaritet, europeiskt samarbete, markering av internationell närvaro).

## INTERNATIONELLA NÄTVERK

Forskarsamarbete och forskarkontakter, samarbetsavtal mellan universitet, myndigheter, internationella program och internationell finansieringen bygger upp rikt förgrenade och stora nätverk.<sup>10</sup> Dessa kan vara av litet olika karaktär beroende på hur de kommit tillstånd, motiven för att delta i nätverket för den enskilde aktören och vilken typ av samarbete det gäller. John W. Medcof, kanadensisk företagsekonom, har skisserat fyra principiella modeller för samarbete mellan forskingsenheter vid multinationella företag som jag menar också väl skulle kunna karakterisera offentligt finansierat forskningssamarbete.<sup>33</sup>

Han skiljer på nätverk som är centraliserade ('star'), symmetriska med länkar mellan alla noder ('network'), löst knutna nätverk med svaga kopplingar ('cluster') och nätverk där den centrala noden har svaga kopplingar till de övriga medan de har starka kopplingar sinsemellan ('satellite').

### *STJÄRNFORMAT NÄTVERK.*

I det stjärnformade nätverket är en central nod förbunden med samtliga andra noder medan sambanden dem sinsemellan är svagt eller obefintligt. Det motsvarar en hierarkiskt ordnad struktur där den centrala noden är både centrum och ledande nod. Denna typ av nätverk uppkommer naturligt kring stora experimentella anläggningar och resurser men kan också tänkas vid centralt dominerade forskarnätverk. En del av EU-systemets nya Networks of Excellence synes ha den formen. Nätverket är utpräglat asymmetriskt med starkt beroende för de underordnade noderna. Det ger koordinatören en stark position och fördelar, men också ökat ansvar och arbete.

---

<sup>33</sup> John W. Medcof, 'Network Centrality and Power among Internationally Dispersed Technology Units' in Manuel G. Serapio and Takabumi Hayashi, *Internationalization of Research and Development and the Emergence of Global R&D Networks* (Amsterdam: Elsevier Ltd, 2004), s. 183 ff.

### *SYMMETRISKT MÄTVERK*

I det Medcof kallar nätverk – men som för tydlighets skull bättre benämns symmetriskt nätverk (alla dessa formationer är naturligtvis nätverk) – är samtliga noder likställda. Alla deltagare har samma tillgång till kunskap, kompetens och resurser som finns vid de andra noderna.

### *KLUSTER*

Klustret representerar ett nätverk som är löst knutet och där sambanden mellan noderna – de olika forskargrupperna – är informellt och varierande i sin karaktär. Dock är alla i kontakt med alla i idealfallet.

### *SATELLIT*

En fjärde variant av nätverk är en satellitformation där den centrala noden är svagt relaterad till de övriga medan de sinsemellan är starkt kopplade.

Med dessa fyra modeller som representerar fyra idealtyper kan forskarnätverken karakteriseras. Ett nätverk av forskargrupper är i normala fall inte renodlat av den ena eller andra typen utan blandningar är tänkbara. Somliga noder kan vara sammanknutna som en nätverksformation medan andra har relationer till centrum som mer liknar ett stjärnformat nätverk och ytterligare andra är lösta associerade i form av klusterbildningar. Det är också tänkbart att nätverken kan se olika ut i en och samma verksamhet beroende på vilka aspekter av samarbetet som man tar till utgångspunkt för analysen: relationerna när det gäller sampublicering av artiklar kan kanske vara andra än de som gäller en experimentell utrustning.

De fyra typfallen ovan kan karakteriseras som antingen symmetriska eller asymmetriska nätverk. Den symmetriska modellen representeras av nätverks- och klusterformationerna ovan medan stjärn- och satellitformationerna är asymmetriska.

### *RELATION MELLAN NÄTVERKSKARAKTERISTIK OCH MOTIVFORMATION*

Om man relaterar nätverken till den ovanstående analysen av motivbilder för forskarna kan ett antal observationer göras.

När motivet primärt är kunskapsför djupning är nätverket ofta asymmetriskt där en ledande institution omges av ett antal andra institutioner eller forskargrupper. Nätverket är då av stjärnkaraktär (hierarkiskt). Alternativt ser vi nätverk med en högre grad av

symmetri där de olika deltagarna i nätet är relativt jämställda och alla har relationer med varandra (klusterformation eller symmetriskt nätverk).

För motivgruppen som representerar kunskapsbreddning är symmetriska nätverk troligast. Ett typiskt exempel är forskningen kring kognitiva system. Ingen av noderna kan förväntas ha en dominerande roll eftersom var och en representerar olika kunskapsområden och ingen nod är professionell inom alla de andra nodernas områden. Kluster är då den naturliga formen på nätverket, eller i vissa fall när banden är starka genom kontrakt och delad finansiering, symmetriska nätverk. I exemplet kognitiva system såg vi att båda formerna förekom (CoSy respektive EURON).

Asymmetriska nätverk (stjärn- eller satellitform) är rimliga att förvänta sig när motiven är gemensamt byggande och utnyttjande av experimentell resurs. Det normala är att den nod som har ansvaret för utrustningen (teleskop, accelerator, fartyg, stordator, rymdsond etc.) har ett dominerande inflytande över dess användning. Ett stjärnformat nät kan då förväntas och det är det som framkommer i arbetet med nästa generations teleskop.

Dock är det inte ovanligt att den nod som ansvarar för utrustningen ibland enbart ansvarar för det tekniska och inte bedriver forskning (t ex bara sköter expeditiv verksamhet och rymduppskjutningar). Den noden får då svaga eller inga band med de övriga grupperna i detta avseende medan de övriga noderna sinsemellan kan tänkas vara starkt kopplade – alltså en satellitformation.

Den motivgruppen som representerar tillgång till data och komparativ forskning kan också förväntas ha asymmetriska relationer där den grupp som har initiativet är dominerande och de övriga har få band sinsemellan (stjärnformation). Detta är modellen för forskningen kring malaria även om det där finns flera starka och dominerande grupper parallellt med sådana som är mer löst kopplade, en slags blandform alltså.

Alternativt kan i vissa fall symmetriska nät uppstå om ett antal forskargrupper går samman gemensamt för att t ex skriva en bok där var och en svarar för ett kapitel och på vilken bas jämförelser kan göras som samtliga delar såsom var fallet i exemplet med nationella innovationssystem.

### *NÄTVERKENS STORLEK*

Nätverkens storlek, vilken kan uppskattas i antalet länkar från den centrala noden, är en annan dimension som förtjänar uppmärksamhet. Hantering av omfattande nätverk kräver naturligtvis större resurser och mer organisatoriskt arbete än små och enkla nätverk. En annan aspekt är intensiteten i kontakterna och graden av åtaganden från de samverkande enheterna. Ett nät där kontakterna är djupa och omfattande kräver mer resurser än ett där de är relativt ytliga. De organisatoriska och praktiska konsekvenserna av olika finansieringsinstrument i EU:s ramprogram kan illustrera konsekvenserna av att ställa finansiella krav på arbetsformerna.

### **SAMMANFATTNING**

De fem studier som redovisats ovan kastar på olika sätt ljus över de mönster som forskarna skapar för att lösa olika uppgifter och för att finansiera sin forskning. Om vi kompletterar dessa exempel med ett par av de fallstudier som är under planering och förberedande arbete så kan en enkel karta skapas.

Vi har de grundläggande typerna av forskningsmotiverade nätverk: det inomdisciplinära projektet. Exempel på detta är nätverket kring en forskargrupp inom immunologi och en inom materialfysik (ej redovisade ovan). De drivs av kraven på vetenskaplig fördjupning, samarbete kring publikationer, jämförande studier etc. Det är oftast av klusterkaraktär men kan ibland också vara stjärnformat om en nod dominerar.

Ett annat forskningsmotiverat nätverk är det där tvärvetenskap och samarbete över ämnesgränser för att komplettera kunskaper och lösa problem är den dominerande drivkraften. Ett gott exempel är robotikforskningen som redovisats ovan. Här är ett symmetriskt nätverk eller kluster den typiska modellen

I andra fall krävs samarbete för att nå data med andra grupper i andra länder; studier av nationella innovationssystem är ett exempel. Även där bildas symmetriska nätverk eller om det är svagare sammansatta nät kluster.

Om själva studieobjektet är beläget utomlands som t ex vid forskning om malaria så inträder ofta en asymmetri. Den kan vara av olika slag beroende på situationen – om forskningen som här gäller förhållanden i länder som är mycket fattiga så blir forskningssamarbetet asymmetriskt av den orsaken. Gäller studien det arktiska klimatet

så gäller nätverket användningen av forskningsfartyg och andra observationsresurser samt hantering av datamodeller. Vid sådana resurs- och instrumentkrävande blir ofta några av noderna primärt resursbärande (datainsamlande) medan andra är primärt forskande. Nätverken blir då asymmetriska, ibland med satellitform.

Infrastrukturella forskningsprojekt som syftar till att utveckla system som griper över nationsgränser som exemplet med intelligenta vägar visar blir underställda politiska krav och begränsningar. Ju närmare de kommer tillämpning och genomförande ju mer krävande blir politiska och ekonomiska begränsningar, standardfrågor och liknande.

De tunga infrastrukturella projekten blir uppenbart asymmetriska och cirklar kring den enhet som ansvarar för den gemensamma anläggningen, instrumentet eller resursen, vare sig den är en orgel, ett teleskop eller ett isbrytande forskningsfartyg. De riktigt stora projekten som nästa generations jätteteleskop blir nödvändigtvis politiserade. De deltagande grupperna måste vända sig till sina regeringar för att få fram de nödvändiga medlen och för att hålla arbetet gående och därmed blir projektet i praktiken underordnat andra, utomvetenskapliga målsättningar, ibland symboliska eller kulturella, ibland ekonomiska. Nationell prestige (eller federal prestige som i fallet med europeiska projekt) får en dominerande roll. Nätverken blir följaktligen asymmetriska och också sammansatta eftersom det är radikalt olika motiv som driver olika delar av arbetet.

När det gäller forskning som nära berör nationella hjärtefrågor som t ex säkerhetspolitik och försvar så kommer politiska hänsyn också in på alla nivåer av arbetet. Även ett så öppet och 'gammalt' forskningsområde som utveckling av sprängämnen görs inom ramen för försvarsforskningens organisation och därmed inramas den av försvarspolitiska hänsyn. Det blir då de politiska kraven som avgör, i vilket fall begränsar, de nätverk som kan byggas upp. Allt samarbete internationellt regleras i dessa fall genom avtal på nationell nivå.

## SVENSK FORSKNINGSPOLITIK OCH INTERNATIONELLT

### SAMARBETE

Som vi har sett i de föregående kapitlen har forskningen internationaliserats snabbt efter andra världskriget och framförallt de senaste decennierna. Samförfattande av skrifter och publikationer med forskare i andra länder blir allt vanligare, kunskapsutbytet genom konferenser och seminarier och andra möten mer frekvent och vistelser och besök vid andra institutioner allt vanligare. Inom preklinisk forskning och vissa andra områden är det närmast ett krav att arbeta ett par år vid andra institutioner utomlands under postdokortiden. Studenter från andra länder kommer till svenska universitet och en del av dem rotar sig här. Lärare och forskare från andra länder besöker och deltar i arbetet på svenska institutioner.

De tekniska kraven och kostnaderna driver forskare till att dela kostnader och organisera utnyttjande av viss utrustning och stora forskningsanläggningar genom överenskommelser med forskargrupper i andra länder, i några fall också genom formella avtal och internationella organisationer. Men också kunskapskraven och behoven av att få fram jämförande data kräver samverkan över nationsgränser. I en del forskningsområden är just nationella jämförelser grundläggande (t ex statsvetenskap, nationalekonomi). I terrestra vetenskaper behöver man samla data globalt. Sådan mätning och datainsamling kräver ofta, i synnerhet för större uppgifter och för känslig eller ekonomiskt viktig information, ett genomförande inom ramen för mellanstatliga överenskommelser eller åtminstone överenskommelser mellan forskningsfinansiärer eller akademiska organ.

Solidaritet med de fattiga länderna kräver likaledes solid kunskap om företeelser och problem som kanske inte alltid är aktuella eller viktiga i vårt eget land. Ett viktigt bidrag till fattiga länder är samarbete för att bygga forskningskapacitet i dessa länder och för att skapa inhemsk kompetens och kunskap vilken sedan kan utnyttjas för att bidra till att lösa landets problem. Också detta kräver forskningssamarbete över gränserna.

Den Europeiska Unionen har i ökande utsträckning mobiliserat resurser för teknisk utveckling och forskning. Svenska forskargrupper deltar intensivt i unionens ramprogram. Det finns knappast någon ledande forskningsinstitution i Sverige som inte berörs av EU-projekt. Många av dem är drivande och organiserar forskningsnätverk

(Networks of Excellence), integrerade projekt eller andra samarbetsprojekt med europeiskt deltagande och europeisk finansiering.

Det finns dock stora svagheter i det svenska finansieringssystemet när det gäller internationellt samarbete menar jag. Förvisso finns det några för de organisationer som har särskilda aspekter av internationellt samarbete som sin huvuduppgift, såsom Sida/SAREC, STINT, Rymdstyrelsen och EU/FoU-rådet. Vetenskapsrådet medverkar i det internationella samarbetet kring stora anläggningar för fysik och strålkällor, astronomi mm och får särskilda anslag för detta från regeringen. Vetenskapsrådet ger också mindre bidrag till projekt organiserade genom ESF. Det finns ytterligare specialdestinerade anslag för olika aktiviteter såsom mindre inslag i olika forskningsråd (t ex stöd till IIASA inom FORMAS) men det är relativt marginella verksamheter.

Ingen av de stora forskningsfinansiärerna är dock beredd att ta initiativ till nya internationella forskningssamarbeten eller svara på utländska initiativ till samarbete. Några isolerade försök har gjorts av Stiftelsen för Strategisk Forskning som har deltagit i organiserat bilateralt internationellt projektsamarbete med Japan, Finland och Canada. Dessa samarbetsprogram är dock inte stora och kan närmast ses som experiment.

Detta är särskilt slående när det gäller EU-programmen. När 5:e ramprogrammet förbereddes accepterade visserligen forskningsråden och forskningsstiftelserna att deras anslag till dessa forskargrupper också kunde användas i arbetet att ta fram underlag till ansökningar och förberedelser till att söka EU-medel men utöver detta har mycket litet gjorts. Det sker ingen samordning mellan nationella organ och EU-finansieringen och graden av framgång när det gäller att få EU-medel har normalt inte varit ett kriterium i svenska ansökningar om forskningsanslag. Snarare har omfattande EU-finansiering betraktats med misstro och misstänksamhet eller har använts som argument för att avstå från att ge svenska anslag. Att systematiskt främja och använda de med stor möda och stora kostnader uppbyggda svenska styrkepunkterna för att expandera i EU:s ramprogram och att hjälpa svenska grupper att ta ledningen i nätverk och integrerade



projekt har inte varit ett mål för någon av de dominerande svenska forskningsfinansiärerna.<sup>34</sup>

Hur egendomlig och vacklande den svenska regeringens forskningspolitik har varit när det gäller europeiskt samarbete illustreras av frågan om att lämna CERN.

## UTTRÄDE UR CERN?

I slutet av 1990-talet hade staten stora budgetunderskott och den socialdemokratiska regeringen som tog över 1994 efter den borgerliga regeringen tvingades till ökade skatter och stora besparingar över hela linjen för att komma tillrätta med underskotten. Besparingarna omfattade också utbildning och forskning.<sup>35</sup>

Carl Tham som då var nybliven utbildnings- och forskningsminister sökte med ljus och lykta efter lämpliga sätt att genomföra besparingarna. Dessa lades ut i två steg: ett första för budgetåret 1995/96 och ett andra mer dramatiskt steg 1997 och 1998. Alla områden drabbades: grundutbildningen, fakultetsanslagen, forskningsråden och sektorsorganen. Han förutsatte att de nybildade löntagarfondsstiftelserna skulle kompensera för en del av nedskärningarna och dessa blev därför särskilt dramatiska för NUTEK, BFR och en del av sektorsorganen (Naturvårdsverket blev t ex av med alla forskningsmedel).

Samtidigt ville Tham aktivera och bygga ut internationellt forskningssamarbete kring globala frågor som befolkning, miljö, energi, hälsa och livsmedel.<sup>36</sup> Han knöt här tillbaka till 1970-talets forskningspolitik vad gäller de internationella frågorna.

Klimatfrågorna togs som ett exempel på ett område av stor betydelse som trots detta riskerar att bli lågprioriterat. De internationellt gemensamma frågorna delas av alla varför det är frestande att låta något annat land bära huvudbördan av kostnaderna – allmänningens eviga problem fast här alltså i världsskala. Sverige skulle inte bara engagera sig i globala nätverk men också erbjuda sig att stå för värdskap och koordinering av sådana program.

---

<sup>34</sup> Möjligen är en omprövning under gång. Det kan noteras att FORMAS följer och deltar i EU's miljöforskningen och är berett att medverka till att svenska forskare kommer in i arbetet.

<sup>35</sup> Prop. 1994/95:100 bilaga 9, s. 5. För en ingående diskussion av besparingsprocessen och dess konsekvenser se: Mats Benner, *Kontrovers och konsensus: Vetenskap och politik i svenskt 1990-tal* (Stockholm: SISTER, Rapport 1, 2001)

<sup>36</sup> Prop. 1996/97:5, s. 87 ff

Samarbete med Östersjöregionen var ett annat område där regeringen ville stärka insatserna och betydande summor avsattes för ändamålet (en miljard kronor hade tidigare ställts i utsikt för detta).

#### *CERN OCH DE INTERNATIONELLA FORSKNINGSANLÄGGNINGARNA*

I stark kontrast till dessa expansiva tankegångar vad gäller internationellt samarbete står Thams idéer om nedskärning av ”storskaligt internationellt forskningssamarbete”.<sup>37</sup>

Inom det naturvetenskapliga området avsattes under budgetåret 1995/96 183 miljoner kronor inom naturvetenskapliga området samt 108 miljoner kronor för rymdforskningssamarbetet inom ESA:s ram. Det europeiska laboratoriet för högenergifysik, CERN, svarade för den största delen av kostnaderna med en årlig kostnad om totalt 136 miljoner kronor. Utöver CERN är de viktigaste anläggningarna med svensk medverkan det europeiska observatoriet i Chile, ESO, en europeisk synkrotronljuskälla i Grenoble, ett molekylärbiologiskt laboratorium i Heidelberg, EMBL, fusionsforskningsprogrammet JET samt ett geofysiskt radarsystem i Tromsø, EISCAT. I propositionen aviserades en översyn av Sveriges engagemang i sådana anläggningar med inriktning mot att skära ner kostnaderna för deltagandet. Översynen sjuösattes omgående och direktivet var att besparingar skulle göras med 150 miljoner kronor inom området. Detta skulle göras inom det s. k. D18-anslaget vilket medförde att fusionsforskningen i praktiken fördes åt sidan eftersom den finansierades via EU-anslaget.<sup>38</sup>

Det var lätt att se det tänkta huvudmålet för besparingen var CERN-samarbetet där kostnaderna nära nog ensamma motsvarade besparingsbetinget. Regeringens tanke kan alltså summeras som att på det internationella området borde medel till de traditionella forskningsanläggningarna – företrädesvis CERN även om det inte explicit sades i direktiven – föras över till nya aktiviteter riktade mot angelägna globala frågeställningar.

---

<sup>37</sup> Prop. 1996/97:5, s. 116 ff

<sup>38</sup> Dir. 1996:91, 21 november 1996

### *BESPARINGAR I SMÅTT*

Utredningen med namnet 'Storforskningsutredningen', som anförtroddes åt Susanne Eberstein och med Torbjörn Fagerström som sekreterare, levererade sin rapport ett halvår senare. En stor kartläggning av penningströmmarna till olika internationella och även nationella anläggningar och verksamheter inom de naturvetenskapliga och tekniska områdena redovisades.<sup>39</sup>

Det första alternativet som utredningen redovisade var också utträde ur CERN. Det andra alternativet var att *samtliga* andra samarbetsprogram avslutas (alla utom CERN alltså).

Utredningen avvisade båda dessa alternativ av ganska uppenbara skäl. Att på kort tid – ett till två år - bryta det långsiktiga europeiska kontraktet om forskningssamarbete vid CERN skulle skada svensk forskning allvarligt inom detta område (vad gäller högenergifysiken kunde den skadan dock anses vara begränsad eftersom antalet forskare som var indragna i arbetet var relativt litet) men än viktigare ge en negativ politisk signal menade utredaren. Att lämna CERN i ett läge där laboratoriet blivit världsledande och efter USA:s beslut att avveckla nästa acceleratorgeneration (SSC) också blivit ett exempel på att Europa kunde inta en världsledande position skulle ha leda till att Sveriges trovärdighet som europeisk samarbetspartner minskar. ”Jag bedömer följden av ett skarpt, och för omvärlden svårförståeligt, brott med den forskningspolitik som Sverige fört i CERN under 40 års medlemskap som allvarlig” summerade Eberstein. Det var svårt för utredningen att förstå hur regeringen hade tänkt sig att hantera de politiska konsekvenserna av ett sådant steg.

Också det andra alternativet var oacceptabelt menade utredningen. Besparingar inom rymdsamarbetet inom ESA fördes åt sidan eftersom det var nära kopplat till viktiga industriella verksamheter och användningen av Esrange. Att bryta forskningsdelen av samarbetet skulle hämma andra delar av verksamheten. Rymdsamarbetet delfinansierades av Utbildningsdepartementet men merparten av medlen kom i huvudsak från Näringsdepartementet vilket inte hade några tankar på att låta Sverige

---

<sup>39</sup> *Besparingar i stort och smått. Slutbetänkande av Storforskningsutredningen* (Stockholm: Utbildningsdepartementet, SOU 1997:69, 1997)

uttråda ur det europeiska rymdsamarbetet med dess stora fördelar för Sverige. Att inte betala den svenska andelen av kostnaderna för raketbasen ESRANGE i egenskap av värdland sågs också som oacceptabelt.

Utredningen vägrade alltså att föreslå några stora besparingar inom det internationella samarbetet på det sätt som regeringen hade begärt utan använde sig slutligen av en teknikalitet i finansieringen av dyrbar utrustning vilket gjorde det möjligt att ändå visa en tillfällig besparing. Genom att föra över verksamheten till löpande finansiering av kostnaderna under avskrivningsperioden i stället för att ta hela anslagskostnaden för inköp omedelbart kunde en senareläggning av kostnaderna åstadkommas ur statsfinansiell synpunkt (vilket förstås inte var någon besparing alls men vilket onekligen minskade kostnaderna för de närmaste kommande åren). För att åstadkomma den begärda besparingen fogade utredaren till detta ett förslag att gå ur EMBL samt ett antal mindre besparingsposter för att nå den begärda siffran.

När Utbildningsdepartementet fått utredningen var den mycket snabb med att avvisa alla besparingar (utom omläggningen av instrumenteringskostnaderna som alltså inte var en besparing utan bara en senareläggning av kostnader). Kanske budgetsignalerna nu var mer positiva och man ville inte förlora politiskt krut på detta område. Den Thamska översynen av det svenska engagemanget i storskalig forskning blev alltså en blindgångare. Lättnaden var påtaglig hos både utredningen, berörda forskargrupperingar och förmodligen också i regeringskansliet.

Även andra förslag om att reformera systemet för att åstadkomma ett visst kostnadstryck på ansvariga organ begravdes utan vidare spisning. Dit hörde förslaget om att etablera en kommitté inom regeringskansliet som långsiktigt kunde verka för en omläggning av de svenska engagemangen och följa kostnadsutvecklingen för de internationella anläggningarna, verka för utvärderingar, administrativa reformer och utredningar samt att försöka begränsa ambitionsnivåerna i de olika samarbetsprojekten.

Men tyvärr försvann också spårlöst Thams tankar om nya globala nätverken kring befolkning, hälsa, klimat osv. Möjligen var det bara tänkta som morötter för att mildra opinionen mot nedläggning av högenergifysiken i Sverige. Eller också 'orkade' man inte fullfölja idén.

## FORSKNINGSPOLITISKA UTMANINGAR

Jag menar att den nuvarande svenska forskningspolitiken inte svarar mot dagens utmaningar. Det krävs ett nytänkande vad gäller forskningen. Sverige är ett litet land som svarar för omkring två procent av världens forskning. Denna andel är avtagande genom att andra länder nu investerar starkt i forskning och att folkrika länder som Kina och Indien satsar massivt på att bygga ut sin forskning. Trots vår litenhet har vi hittills spelat en internationellt viktig roll genom våra starka forskningstraditioner och goda forskningsresultat.

Forskarna behöver inte övertygas om vikten av internationalisering. Medvetenheten om uppgiften är god i stora delar av forskningssystemet. Men det är den inte i det nationella finansieringssystemet, menar jag. Detta ställer de forskare som vill bygga samarbete internationellt inför svårigheter eftersom ekonomiska resurser saknas och stödjande åtgärder från forskningsråden och forskningsstiftelserna är svaga eller obefintliga. Därtill kommer att sådan verksamhet normalt inte är särskilt meriterande och det finns därför i praktiken hinder mot att använda även obundna medel för internationellt samarbete mer än i marginell omfattning.

Den främsta finansieringskällan för europeiskt samarbete är nu EU:s ramprogram. För att utnyttja den möjligheten maximalt bör Sverige delta med kraft och ta initiativ. Det kräver medverkan och engagemang från svenska forskningsfinansiärer och inte bara från forskargrupper och universitet. Med få undantag har detta inte kommit till stånd ännu.

Men det är inte enbart forskargrupper i Europa som kan och bör ge samarbetspartner. För att fördjupa och vidga samarbetet med ledande forskargrupper i Nordamerika eller södra och östra Asien krävs likaledes ökade insatser, också finansiellt, för att detta skall komma till stånd. Samma gäller frågor som är rent globala eller som är angelägna främst i fattiga länder. Även om det i några fall finns särskild finansiering från SAREC och från speciella program så är det inte ett skäl för andra svenska finansiärer att avstå från att bidra till arbetet.

För att försvara Sveriges starka internationella ställning krävs fortsättningsvis en starkare koncentration av de svenska insatserna. Allt eftersom kraven skärps på starkare problemorientering och avkastning på forskningsinsatserna kommer behoven av

samarbete över ämnesgränser att tillta och med detta också forskningens kostnader öka. Självklart krävs också en rimlig bredd på arbetet för att lägga en stabil grund för högre undervisning och för att kunna svara mot nya behov. Men för att bli verkligt konkurrenskraftiga inom några områden krävs därutöver koncentrerade satsningar och starkare stöd för de allra bästa forskargrupperna. Endast så kan vi bli internationellt slagkraftiga. Inom områden där vi är starka, eller håller på att bli starka, bör vi medvetet och systematiskt se till att bevara och utveckla denna styrka och att skapa allianser med forskargrupper och centra i andra länder.

För att underlätta detta krävs möjligen också särskilda anslag för att täcka kostnaderna i ett inledande skede. Det tar tid och arbete att bygga upp internationella nätverk och ibland kanske dessa kostnader är svåra att hantera inom ramen för den normala universitetsfinansieringen. Vidare bör forskningsanslag generellt tillåta användning för internationellt samarbete och kostnader utomlands när forskarna anser att det är motiverat.

## TIDIGARE ARBETSRAPPORTER/WORKING PAPERS

- 2006:51 Linda Blomkvist & Göran Melin: Forskarstuderande under och efter utbildningen. Jämförande offentlig statistik från Sverige och Danmark.
- 2006:50 Enrico Deiacco & Göran Melin: Hur mår klinisk forskning? – en studie av FoU-verksamheten i Landstinget i Östergötland.
- 2006:49 Enrico Deiacco, Peter Schilling & Åsa Smedberg: Att möta kompetensbehov hos små och medelstora företag. En studie av KK-stiftelsens satsningar på Expertkompetensprogrammet
- 2006:48 Andreas Högborg & Göran Melin: Utvärdering av SSF:s satsning på Junior Individual Grants
- 2006:47 Åsa Smedberg & Göran Melin: Utvärdering av SSF:s satsning på Senior Individual Grants
- 2006:46 Ulf Sandström: Forskningsdebattens vad, vem, hur och varför
- 2006:45 Lillemor Kim: Kvalitet kontra kvantitet: Högskoledebatten 2005 – 2006
- 2006:44 Peder Karlsson & Peter Schilling: Nya teorier – Ny kunskapsproduktion? Några teoretiska perspektiv på IVA:s universitetsframsyn 2005/2006
- 2006:43 Karin Caldwell, Ulf J Johansson, Anders Liljas (ordf) & Göran Melin (sek): Utvärdering av INGVAR (Individual Grant for the Advancement of Research Leaders) - med avseende på utformning, urvalsprocess och ledarskapsprogram
- 2006:42 Peter Schilling & Maria Johansson: Finansiering och strategi - En fallstudie över KK-stiftelsens profil- och plattformssatsning vid Blekinge Tekniska Högskola
- 
- 2005:41 Enrico Deiacco & Fredrik Lagergren med medverkan av Åsa Smedberg: Energisystemforskning – till vad och hur mycket? Utvärdering av programmet för Allmänna energisystemstudier
- 2005:40 Enrico Deiacco, Maria Johansson & Hans Westlund: Ju mer vi är tillsammans... – Utvärdering av Delegationen för regional samverkan om högre utbildning
- 2005:39 Maria Johansson, Lillemor Kim, John Storan & Sverker Sörlin: Bridging the Gap – Comparing Actions for Widening Participation in Higher Education in Sweden and England
- 2005:38 Anders Broström, Enrico Deiacco & Göran Melin: Vägval för Örebro universitet och Mälardalens högskola : Utredning av förutsättningar för fusion, allians eller annan samverkan
- 2005:37 Hans Löf & Anders Broström: Does Knowledge Diffusion between University and Industry Increase Innovativeness
- 2005:36 Lillemor Kim & Per Janson: Kompetens för evidens – om Vårdalstiftelsens särskilda kompetenssatsningar
- 2005:35 Göran Melin: De nya kulturutbildningarna - en undersökning av nya typer av högskoleutbildningar på kulturområdet
- 2005:34 Enrico Deiacco & Anders Broström: Kunskapsregion Stockholm på världsmarknaden - möjligheter och utmaningar för det regionala tillväxtprogrammet
- 2005:33 Lillemor Kim & Ewa Olstedt : Utbildningsvetenskapliga kommittén - en ny aktör i forskningslandskapet
- 
- 2004:32 Anders Broström, Enrico Deiacco & Sverker Sörlin: Tekniska universitet på världsmarknaden? -motiv och förutsättningar för en strategisk allians mellan KTH och Chalmers
- 2004:31 Sverker Sörlin, Institutssektorn, högskolan och det svenska innovationslandskapet
- 2004:30 Sverker Sörlin (ordf.), Märten Carlsson, Britt-Marie Drottz-Sjöberg och Göran Melin: Utvärdering av det svenska medlemskapet i IIASA
- 
- 2003:29 Göran Melin : Effekter av postdoktorala studier
- 2003:28 Hans Westlund : Regionala effekter av högre utbildning, högskolor och universitet. En kunskapsöversikt.
- 2003:27 Anders Broström, Hans Löf & Carolina Sigfridsson: Kartläggning av högre utbildning och universitetsforskning i Mälardalen
- 2003:26 Bo Persson: Typifying Scientific Advisory Structures and Scientific Advice Production Methodologies
- 2003:25 Sandström, Ulf & Martin Hällsten: Företagens finansiering av universitetsforskning – en översikt i mars år 2003
- 2003:24 Janz, Norbert, Löf, Hans & Bettina Peters: Firm Level Innovation and Productivity : Is there a Common Story Across Countries?
- 2003:23 Hans Löf: Dynamic Optimal Capital Structure and Technological Change
- 2003:22 Ulf Sandström, Laila Abdallah, Martin Hällsten: Forskningsfinansiering genom regional samverkan
- 
- 2002:21 Jan-Eric Degerblad, Olle Edqvist och Sam Hägglund: Utvärderingsspelet
- 2002:20 Laila Abdallah: Resultat eller process : Trender inom utvärdering av svensk högskoleutbildning under 1990-talet
- 2002:19 Henrik Karlsson: Konstnärlig forskarutbildning i Norden
- 2002:18 Ingrid Schild & Sverker Sörlin: The Policy and Practice of Interdisciplinarity in the Swedish University Research System

- 2002:17 Tobias Harding, Ulf Sandström, Sverker Sörlin & Gella Westberg: God avkastning på marginellt risktagande? Bidrag till en utvärdering av nordiskt forskningssamarbete inom ramen för NOS.
- 2002:16 Sverker Sörlin: Fungerar forskningssystemet?: Några strategiska frågor för strategisk forskning
- 2002:15 Hans Lööf & Almas Heshmati: The Link Between Firm Level Innovation and Aggregate Productivity Growth : A Cross Country Examination
- 2002:14 Göran Friberg: Svenska Tekniker 1620-1920 : Om utbildning, yrken och internationell orientering
- 2002:13 Maria Wikhall: Culture as Regional Attraction : Migration Decisions of Highly Educated in a Swedish Context
- 2002:12 PREST, University of Manchester: A Comparative Analysis of Public, Semi-Public and Recently Privatised Research Centres
- 2002:11 Henry Etzkowitz: The Triple Helix of University - Industry - Government : Implications for Policy and Evaluation
- 2002:10 Lillemor Kim: Masshögskolans paradoxer – fem inlägg i den svenska högskoledebatten
- 2002:09 Sverker Sörlin: Cultivating the Places of Knowledge
- 
- 2001:08 Bo Persson : Reluctant Agencies : Sectorial Agencies and Swedish Research Policy in the 1980s
- 2001:07 Martin Meyer : Science & Technology Indicators Trapped in the Trippel Helix?
- 2001:06 Kunskapsystem i förändring, Verksamhetsprogram 2001-2003
- 2001:05 Verksamhetsberättelse 1999-2000, Föreningen för studier av forskning och utbildning
- 2001:04 Ulf Sandström : Om den svenska arkitektur-, bostads- och stadsbyggnadsforskningens karaktär
- 2001:03 Jenny Beckman, Mats Brenner, Olle Persson & Ulf Sandström : Nya arbetsformer inom diabetesforskning – studier kring en nätverkssatsning
- 2001:02 Lillemor Kim, Robert Ohlsson & Ulf Sandström : Kan samverkan mätas? Om indikatorer för bedömning av KK-stiftelsens satsningar
- 2001:01 Alexander Kanaev & Albert Tuijnman : Prospects for Selecting and Using Indicators for Benchmarking Swedish Higher Education