

Svar på förfrågan från Utbildnings-
departementet (4 mars 2008) angående
strategiska forskningsområden

8 april 2008



Vetenskapsrådet

Förord

Detta dokument är svar på Utbildningsdepartementets fråga till Vetenskapsrådet om strategiska forskningsområden för Sverige (brev 4 mars 2008). Utbildningsdepartementet vill ha en beskrivning och precisering av strategiska forskningsområden utvalda av Vetenskapsrådet. Beskrivningarna ska omfatta en ämnesöversikt, en internationell positionering av Sveriges forskning samt en argumentation för ökat stöd.

De strategiska områdena är grupperade i humaniora och samhällsvetenskap, medicin, natur- och teknikvetenskap respektive utbildningsvetenskap. Strategiska områden inom infrastruktur presenteras i ett eget avsnitt.

Vetenskapsrådet vill betona att det parallellt med de utvalda strategiska områdena behövs en övergripande strategi som är avgörande för Sveriges framtid som forskningsnation, nämligen att grundforskningen tillåts vara nyfikenhetsdriven. Ingen vet vilken kunskap som behövs i framtiden, på kort sikt och på lång sikt. Den bästa beredskapen är ett fritt kunskapssökande där frågeställningarna är en följd av ny kunskap. Investering i fri grundforskning är en satsning på ett flexibelt forskarsamhälle som en garanti för framtida kunskapsbehov.

En framgångsrik grundforskning behöver två strategiska förutsättningar: tid och konkurrens. Tid behövs eftersom grundforskning kräver uthållighet och tid för misslyckanden på vägen. Konkurrens främjar kvalitet och finansieringen av forskningen bör därför ske i konkurrens.

Forskningsområden vid dagens forskningsfront, som lyfts fram i detta dokument, är resultaten av en lång tids fritt kunskapssökande. Endast ett fåtal har kunnat förutsäga vart forskningsresultaten skulle leda forskningen. Medicinsk teknik och läkemedel, förmåga att upptäcka storskaliga miljöförändringar, avancerad teknik som ger oss kunskap om de allra minsta partiklarna och om universums byggnad, kunskap om samhällets förändringar i en allt snabbare globalisering och förståelse för människors förmåga att lära nytt i ett föränderligt samhälle – allt detta är exempel på vad fritt formulerade frågeställningar har bidragit med.

Den bredd som de utvalda områdena har speglar ett behov av både bredd och djup hos forskningen. Utan djup finns idag ingen möjlighet till framsteg och kvalitet, och utan ett brett sammanhang finns inte ett sammanhang i vilket forskningen kan utvecklas.

En ekonomisk satsning på dessa utvalda områden kommer att ge Sverige en möjlighet att bibehålla sin internationella tätposition inom vissa av områdena och att nå en tätposition inom andra. För att uppnå detta är det viktigt att en sådan ekonomisk satsning görs där potentialen är som störst – finansiering i konkurrens ger bäst förutsättning att utveckla potentialen.

Den livsviktiga forskningen om människors (väg)val – strategiska initiativ inom humaniora och samhällsvetenskap

Det som förenar humaniora och samhällsvetenskap och samtidigt särskiljer området från andra vetenskaper är att forskningen här handlar om det som exklusivt utmärker oss människor. Det betyder att forskningen inriktas mot studier av oss som beslutande och i verklig mening handlande sociala varelser med en unik förmåga till nytänkande, inlärning och självreflektion. Det betyder också att den i hög grad handlar om hur vi, stödda på erfarenheten, långsiktigt och kumulativt kan förändra oss själva och våra livsvillkor.¹ Med livsvillkor avses här allt som rör våra relationer till varandra och den natur vi är en del av, dvs. långt mer än de direkta betingelserna för ekonomisk tillväxt. Solida kunskaper om grunderna för och konsekvenserna av mänskligt beslutsfattande är av avgörande betydelse för samhällsutvecklingen. Och det är i huvudsak human- och samhällsvetenskapen som står för sådan kunskapsproduktion.²

Påfallande många av de kunskapsvinster som har gjorts inom humaniora och samhällsvetenskap har senare omsatts till praktisk handling i samhället. Nationalräkenskaperna är ett exempel, smarta sanktioner mot regimer som förbryter sig mot de mänskliga rättigheterna ett annat. På samma gång står det klart att de vunna kunskaperna i hög grad är följden av forskningsinitiativ som tagits av forskarna själva, utan att dessa alltid haft klart för sig den framtida samhällsnyttan av sina insatser. Detta talar starkt för att samhället har mycket att vinna på att forskningen även i framtiden bedrivs som fri och konkurrensutsatt grundforskning.

På samma sätt har de mest nydanande internationella forskningsinitiativen på senare år tillkommit på förslag från forskarna själva. Detta gäller t.ex. ESFprogrammet TECT, som på ett mycket uppslagsrikt sätt adresserar frågan om samarbete bland alla levande organismer, dvs. längs hela skalan från mikroorganismer till mänskliga samhällen. I likhet med TECT är många nya internationella forskningsprogram tydligt och mycket välintegrerat tvärvetenskapliga, ofta innefattande såväl naturvetenskap som human- och samhällsvetenskap. Detta gäller t.ex. för ESF-programmen "Origin of Man, Language and Languages" (OMLL) och för "Consciousness in a Natural and Cultural Context" (CNCC). Denna vetenskapliga öppenhet betonas också i programskrivningar från ESF:s kommittéer för humaniora respektive samhällsvetenskap.³

¹ ESF, Standing Committee for the Humanities, *Position paper 2007*, 2007; ESF, Standing Committee for the Social Sciences, *SCSS Report 2006-2007: Social Sciences in Europe*, 2007; Arne Jarrick, "Kunskapsvinster med individen som analysenhet", *Tvärsnitt 4:2005*.

² Den evolutionära antropologin, som i sig förenar natur- och humanvetenskap, ägnar sig också åt sådan forskning, t.ex. Svante Pääbo vid Max Planck Gesellschaft i Leipzig eller EU-projektet CULTAPTATION vid Stockholms universitet (samt S:t Andrews och Bologna) vilket involverar såväl t.ex. historiker och arkeologer som matematiker och etologer.

³ Se i not 1 refererade rapporter från ESF.

För att sådan forskning ska nå genombrottsfasen krävs att den ges gott om tid och möjligheter till misslyckanden på vägen. För att HS-forskningen ska kunna vidareutvecklas längs dessa linjer krävs också ytterligare kraftfulla satsningar på infrastruktur inom HS-området, utöver dem som redan görs i form av t.ex. ESS, DARIA-H och det nya ESF-programmet HUMvib. Framgångarna t.ex. för de delar av lingvistikens som baseras på användning av dyr utrustning och databaser manar till efterföljd.

*

De förslag till strategiska forskningsområden inom humaniora och samhällsvetenskap som nedan presenteras bygger på följande underlag:

- Genomgång och analys av de senaste fem årens s.k. bilaga 2 i beredningsgruppernas beslutsprotokoll, dvs. den del av protokollet där ordförandena analyserar bl.a. ämnesinriktningen hos de framgångsrika ansökningarna
- Konsultationer med ämnesrådets ledamöter
- Genomgång och klassificering av den forskning som de senaste fem åren har lyckats vinna bidrag från VR
- Försök att utifrån bidragsbesluten uppskatta hur många forskare som är verksamma på de olika områdena
- Försök att avläsa svenska forskares ställning internationellt på de angivna områdena
- Jämförelse mellan ovanstående och motsvarande uppgifter från Riksbankens Jubileumsfond, vilken visar stor överensstämmelse⁴
- Försök att via programutlysningar och programpresentationer från ESF, HERA, Norface m.m. avläsa aktuellt tongivande forskningsområden i Europa samt i vad mån dessa områden relaterar dels till de områden som dominerar i Sverige, dels till de områden som anges nedan

Flertalet av de områden som identifieras nedan anknyter till de övergripande samhällsförändringar som kan sammanfattas under rubriken ”Globaliseringsprocesser”, här betraktade som olika former av mer och mindre världsspännande spridningsförlopp som har gett upphov till system av ömsesidiga beroenden mellan olika regioner (t.ex. handelssystem) eller till annan global påverkan (t.ex. miljöförstöring). Olika sidor av dessa processer har studerats var för sig, vilket innebär att det finns en bred grundkompetens på området. Nu krävs dock forskningsinsatser för att studera samverkan mellan ekonomiska, kulturella och politiska processer, men också hur dessa interagerar med naturprocesser som har med globaliseringen att göra. Detta särskilt som globaliseringen medfört ökad komplexitet i samhället, vilket är något som HS-forskningen är specialiserad mot.

Flera av de områden som presenteras nedan har även inventerats och diskuterats vid periodiskt återkommande seminarier kring viktiga och samtidigt disciplinöverskridande teman, såsom spridningsförlopp, social läkning, litteraturen i världen samt Sverige och Förintelsen.

⁴ Åtta av de tio främst representerade områdena hos ÄR-HS var också på RJ:s tio-i-topplista och vice versa. Ett stort tack till Kjell Blückert på RJ för benägen hjälp med sådana uppgifter.

Globaliseringens långa historia i ett jämförande perspektiv

Grundforskningen bör kunna bidra med kunskap om pågående globaliseringsprocesser och deras effekter på samhällsutvecklingen, liksom till välgrundade utsagor om vad vi har att vänta oss framöver och om vad som krävs av samhällsinsatser för en framtida hållbar utveckling av välbefinnande, rättvisa, minskade klyftor, fredliga relationer och i övrigt hög och förbättrad livskvalitet. Ska detta vara möjligt behövs en stor satsning på internationellt jämförande forskning om samhälleliga makroförlopp över långa tidsrymder. Erfarenheten visar nämligen att med ett begränsat historiskt synfält blir också förutsägelseerna osäkra och ofta felaktiga. Så hette det tills helt nyligen bland tongivande kretsar att historien var på väg att nå sitt slut. Innebörden av denna konklusion är att västvärldens social-liberalt demokratiska system såg ut att ha segrat slutgiltigt. Även tidigare har liknande slutsatser dragits och många, ofta konkurrerande försök gjorts att förklara denna synbarligen slutliga triumf. Men bara ett fåtal år efter denna profetia har allt fler börjat uppmärksamma Kinas och kanske också Indiens snabba frammarsch, och så måste denna slutsats och alla växlande förklaringar den har givits omprövas.

Det är allmänt erkänt hur svårt det är att göra goda förutsägelser om samhällsutvecklingen, men vi vet samtidigt att mycket skulle kunna vinnas på att förbättra dem. Vissa vetenskapliga landvinningar har också visat sig ha ett gott prediktionsvärde, t.ex. att demokratiskt styrda länder sällan eller aldrig går i krig med varandra. En solid komparativ världs- eller makrohistorisk forskning skulle alltså kunna avhjälpa denna kortsynighet, och härigenom ge bättre underlag för förutsägelser om vilka betingelser som krävs för en positiv samhällsutveckling. En sådan satsning skulle också driva på den internationalisering av svensk humanistisk forskning som redan är på väg genom att svenska forskare satsar mer och mer på icke-svenskt material, icke-svensk teoretisk inspiration, publicering på engelska samt på deltagande i internationella nätverk.

För att nå långt på detta område måste man också systematiskt ägna sig åt forskning om olika typer av spridningsförlopp. Dels krävs empiriska och analytiska jämförelser av vad som främjar eller hindrar spridning och hur vissa förlopp stimulerar eller hämmar andra förlopp. Det är inte alls givet i vilken riktning dessa går: från väst till öst eller omvänt, från centrum till periferin eller omvänt, från föräldrar till barn eller omvänt och så vidare. Dels behövs jämförelser över tiden, särskilt av tiden före och efter alla kontinenters ”sammanväxande” fr.o.m. 1500-talet.⁵

Nationellt perspektiv

I Sverige finns ett sjuttioal å forskare inom bl.a. historia och kulturgeografi som ägnar sig åt makrohistorisk forskning eller därtill angränsande frågor. Därutöver finns forskare inom naturvetenskap och medicin som ägnar sig åt olika aspekter av globala spridningsförlopp. Genom att samla svenska forskare från de olika vetenskapsområdena till ett seminarium om spridningsförlopp, t.ex. spridning av såväl rygten, teknik och matkultur, som antibiotikaresistens och föroreningar i vatten, har ÅR-HS inlett arbetet på att ta ett samlat initiativ på detta stora och centrala område.

⁵ För orientering om spridningsförlopp, se *Tvärnsnitt 4:2007*.

Internationellt perspektiv

Utan att uttryckligen adressera frågorna om vare sig globaliseringens långa historia eller spridningsförlopp har en rad internationella initiativ tagits som kan knytas till dessa frågor och teman. Ett sådant är ESF-programmet BOREAS, som handlar om hur det är att leva runt om den allra nordligaste delen av jordklotet samt om hur livsvillkoren där har förändrats. Frågor som ställs rör bl.a. migration och ”cirkumpolärt” de nordiska hushållens särskilda struktur. Här finns ett starkt svenskt deltagande.

Ett annat initiativ som kan nämnas är att Världsbanken har engagerat en grupp human- och samhällsvetare som i historiskt perspektiv nalkas frågor som har släktskap med spridningsproblematiken.⁶

Kulturella, moraliska och politiska konsekvenser av en alltmer globaliserad värld

Om globaliseringen började som en serie ekonomiska integrationsprocesser, i sig värda fortsatta studier (se nedan, området Beteendekonomi), har den redan länge också varit ett förlopp med kulturella, moraliska och politiska inslag och följdverkningar. Ett inslag i detta förlopp är att antalet människor som lever utanför det land där de föddes närmast har fördubblats under den senaste tjugoårsperioden (från c:a 100 miljoner till 200 miljoner människor), liksom flyttningsmönstren har globaliserats. I den processen har Europa blivit mer av en inflyttnings- och omflyttningsregion än tidigare, trots samtidigt ökade svårigheter för människor från andra världsdelar att komma innanför Europas gränser.

Den övergripande fråga som här ställs är i vilken riktning dessa delprocesser har verkat och kan tänkas verka framöver. Innan t.ex. medieutbudet globaliserades (= blev tillgängligt överallt) kunde kulturer med starkt motsägande normer verka oberoende av varandra. Nu finns en risk att yttrandefriheten i ett land kan bli lika svag som den globala yttrandefrihetens svagaste länk, även om globaliseringen i vissa fall också kan leda i motsatt riktning. Med detta sammanhänger frågor om religionens nya och skiftande roll i vår tid. Är det så att olika religiösa (och andra) kulturer inverkar alltmer på varandra, på så sätt att olikheterna konfronteras alltmer och i sin tur ger mer av konflikter än tidigare? Dessa frågor illustrerar en global framväxt av nya relationer mellan politiskt handlande och religion vilket fordrar närmare studium.

Den allmänna frågan är om vi rör oss i riktning mot en universalisering av moral, kultur och politik, eller om vi istället är på väg mot ett tillstånd där en minoritet av länder begränsar överenskommelserna till ett slags minsta gemensam nämnare. Och har vi i så fall att se fram emot tilltagande fragmentisering och tilltagande konflikter om moraliska, kulturella och politiska värden, mellan och inom länder? Sannolikt pekar utvecklingen i olika riktningar. Det tycks som om globaliseringen och den därmed sammanhängande närheten och interaktionen mellan kulturer både medför förutsättningar för ökad samsyn, universella värden etc. – illustrerat av den globala dialogen om mänskliga rättigheter, internationella domstolar, global

⁶ Se t.ex. Christopher Bayly: ”Indigenous and Colonial Origins of Comparative Economic Development”, i *Policy Research Working Paper* 4474, på Världsbankens hemsida.

etik m.m. – och ökade konflikter genom att kulturella identiteter profileras mot varandra.

Här fordras forskning på olika delområden, vilka kan belysa den ömsesidiga påverkan mellan olika kulturer och mellan människor som redan är bosatta på en plats och dem som kommer dit. Följande forskningsområden är angelägna:

- Komparativ forskning om migration, bosättning, integration. Detta inbegriper forskning bl.a. om språk och litteratur, inklusive s.k. ”translation studies” och postkolonial litteratur. Ökad förståelse av egen och andras kultur, värderingar etc. förutsätter att parterna förstår varandras språk och språkliga konventioner. I ett individperspektiv är den språkliga identiteten helt grundläggande vilket aktualiserar forskning om en viktig del av migrationskomplexet.
- Religiösa rörelser och politisk legitimitet, t.ex. om religionens återkomst i starkt sekulariserade miljöer.
- Psykologisk forskning om explicita och implicita aspekter på fördomar
- Förändringar av den internationella rätten. Vad sker med den rättspluralism som har kännetecknat världen? Sker konvergens? Varifrån utgår i så fall initiativen?

Nationellt perspektiv

På flertalet av de ovan nämnda områdena finns gott om svenska forskare. En något osäker bedömning ger att VR under den senaste femårsperioden har finansierat ett sjuttiofem forskare på området. Hur många som har haft annan finansiering låter sig i dagsläget inte sägas. Allmänt sett finns här rikligt med konkurrenskraftiga intellektuella resurser för att möta ovan nämnda utmaningar. Till exempel finner man migrationsforskningen representerad både vid enskilda universitetsinstitutioner runt om i landet och vid institut och centra av olika slag. Då det gäller flerspråkighet och andraspråksinläring ligger svensk forskning långt framme. Likaså hävdar sig svenska forskare väl internationellt på forskning om i bred mening tekniska och globalt-koloniala förutsättningar för den historiska framväxten av en särpräglad europeisk identitet. Svenska forskare har också en lång erfarenhet av forskning kring religion (t.ex. islam) och politisk legitimitet.

Internationellt perspektiv

De särskilda programsatsningar som europeiska forskningsfinansiärer nyligen gjort eller är på väg att göra stämmer väl överens med det just skisserade området. Till exempel lanserar HERA (Humanities in the European Research Area) just nu det breda forskningsprogrammet ”Cultural Dynamics”, som bl.a. gäller identitetsförändringar i Europa i spåren av pågående globaliseringsprocesser. Ett annat exempel är Norface (New Opportunities for Research Funding Co-operation in Europe) som inom kort kommer att utlysa medel för migrationsforskning.⁷ I en rapport om forskningsläget på migrationsområdet, påvisas att området har vuxit dramatiskt på senare år, men skisseras samtidigt på vilket sätt sådan forskning behöver och

⁷ ÅR-HS är en partner i både HERA och Norface.

kan förnyas.⁸ Främst efterlyses att forskningen bryter sig loss från det som här kallas ”metodologisk nationalism” genom verkligt komparativa ansatser.⁹

Ytterligare exempel på internationella satsningar med tydlig anknytning till det här området är EuroBABEL, ett program som handlar om hotade språk, ESF-programmet ”Inventing Europe”, ECRP:s satsningar på forskning om integration av andra generationens européer och forskning om trafficking (de tre senare med svenskt deltagande).

Argument för ökat stöd till området

De senaste 25 åren har det skett en stor tillväxt inom migrationsforskningen, men den lider av att i hög grad vara nationell och föga komparativ, av att vara alltför politiserad och av att involvera alltför få vetenskapliga discipliner. Vidare krävs en starkare integration av (im)migrationsstudier och integrationsstudier, liksom det krävs långt mer av insatser om strukturella och kulturella förändringar av de samhällen dit folk kommer – som följd av att de kommer dit.¹⁰ En satsning på det här området kan bidra till att svenska forskare blir ett exempel för det fruktbara i en långtgående integration av många slags forskning som tillsammans syftar till att belysa de kulturella, moraliska och politiska konsekvenserna av globaliseringen. Det skulle utveckla forskningsområden där svensk forskning redan i dag är stark, men där fler tvärvetenskapliga och internationella samarbeten behövs.

Återuppbyggnad efter kriser

Vetenskapen flödar av konfliktforskning, liksom världen präglas av konflikter och kriser. I takt med fortskridande globalisering skapas nya former av kriser och konflikter samtidigt som hela världen nås av information om alltför både små och stora konflikter. Det blir också viktigt för världssamfundet att aktivt förhålla sig till fler och fler av dem. De flesta konflikter och kriser löses upp och övergår så småningom i strävanden till återuppbyggnad av fredliga relationer. Om det senare steget vet vi dock mindre än om konflikterna som sådana, eftersom både det mediala och det vetenskapliga intresset här är mindre. Det betyder att det finns mycket forskning att göra om samhälls- återuppbyggnad efter konflikter eller andra samhälls- kriser. Samtidigt är detta ett forskningsområde som kan knyta an till den etablerade svenska forskningen kring förhållanden i olika utvecklingsländer.

Nationellt perspektiv

På olika håll i Sverige pågår en del forskning om de ansträngningar som gjorts för att återupprätta samhällen som varit i djup kris, till exempel efter häxprocesserna i Sverige på 1600-talet, efter apartheidregimens fall i Sydafrika, efter folkmordet i Rwanda på 1 miljon tutsier, efter det senaste kriget på Balkan samt efter de röda khmerernas härjningar i Kambodja. Det har handlat om vad som i krisernas spår har gjorts för att skapa försoning eller åtminstone någorlunda fredliga och förutsägbara villkor med ett

⁸ Rinus Penninx, Dimitrina Spencer & Nicholas Van Hear, *Migration and Integration in Europe: The State of Research*, ESRC Centre on Migration, Policy and Society, Oxford 2008.

⁹ Penninx m.fl., s. 8, n. 12.

¹⁰ Penninx m.fl.

minimum av återupprättat förtroende mellan människor. Frågorna har gällt vilka strategier som har tillämpats och med vilken framgång det har skett, vilka sociala, ekonomiska och kulturella villkor som har krävts och krävs för att åstadkomma social läkning. Till exempel har myndigheter, såväl i det sedan länge förflutna som i vår tid, i olika kombinationer på ett överlagt sätt använt sig av en repertoar av påbjuden tystnad, försoning och domstolsprocesser för att komma till rätta med sociala trauman.

ÄR-HS anordnade för något år sedan ett öppet seminarium om just social läkning, där framstående forskare i Sverige presenterade sina forskningsrön. Det visade att de svenska forskarna på området är relativt få, ungefär ett tjugotal, men klargjorde samtidigt att dessa forskare, som hittills arbetat isolerade från varandra, har ett stort utbyte av att mötas. Det är uppenbart att området har stora utvecklingsmöjligheter.

Internationellt perspektiv

I dagsläget har vi inte full överblick över det internationella forskningsläget på det här området. Forskning om "Peace and reconciliation" förekommer i olika länder, men det framstår som klart att forskningen om "återuppbyggnad" är betydligt mindre utvecklad än konfliktforskningen som sådan. Här finns alltså en stor potential för svenska forskare att gå i spetsen för en förnyelse av den human- och samhällsvetenskapliga forskningen.

Argument för ökat stöd till området

Hittills har denna forskning försiggått utan eller med mycket litet av samordning mellan olika forskargrupper. Samtidigt står det klart att forskarna här har mycket att vinna på ett systematiskt utbyte av erfarenheter samt att mycket forskning återstår att göra. Här har vi därför ett viktigt och redan i grunden internationellt område för framtida, mångvetenskaplig forskning, som för att bli verkligt framgångsrik kräver ett substantiellt tillskott av resurser. Detta skulle bli ett viktigt tillskott till de undersökningar av "reconciliation" efter konflikter som företagits inom EU. Genombrott på detta område skulle kunna bespara mänskligheten mycket onödigt lidande. Genom den exceptionellt stora tillgången på goda källor kan svensk historieforskning här ge ett viktigt bidrag till detta forskningsområde. På liknande sätt kan den starka freds- och konfliktforskningen, t.ex. om smarta sanktioner och demokratisering, liksom delar av forskning om utvecklingsekonomier, här spela en viktig roll.

Det huvudsakliga skälet för satsningar på området är att här finns stor potential för förnyelse av forskningen om ett samhällsproblem som det är mycket angeläget att finna lösningar på. Den forskning som finns bedrivs av alltför få men på en gång framstående forskare, som med ökat stöd och i ett utbyggt internationellt samarbete skulle kunna åstadkomma viktiga genombrott, som i stora delar skulle kunna omsättas i praktisk handling.

Välfärdens och välfärdspolitikens nya förutsättningar

Det har ofta sagts att globaliseringen försvårar eller omöjliggör nationella välfärdspolitiska insatser. En annan med globaliseringen förknippad omständighet som möjligen minskar betydelsen av en generell välfärdspolitik, med socialförsäkringar etc., är att nya medborgare väljer icke-

statliga, privata eller familjerelaterade lösningar på de sociala trygghetsproblemen. Kanske kan också misstro mot skolmedicin och offentligt skolväsende bidra härtill. I så fall kan dessa förändrade attityder tänkas samvariera med ändrade attityder också bland infödda svenskar till hur ansvaret för den sociala välfärden (utbildning, kompensation för inkomstbortfall, sjukvård etc.) borde fördelas mellan familjen, marknaden och civilsamhället t.ex. i form av föräldrakooperativ eller privatskolor. Omvänt omfattas inte alla som skulle vilja av välfärden. Det gäller t.ex. för papperslösa invandrare.

Mycket av den traditionella nordiska välfärdsforskningen har nått en viss mognad, vilket bland annat visar sig i den relativt svaga konkurrensen om NordForsk:s nyligen startade välfärdsforskningsprogram.¹¹ Inte minst de pågående globaliseringsprocesserna aktualiserar dock nya aspekter, som kräver särskilda forskningsansträngningar.¹²

Nationellt och internationellt perspektiv

Svenska forskare kan se tillbaka på en erkänt lång och framgångsrik tradition av välfärdsforskning. Denna forskning bygger på ett exceptionellt rikt datamaterial, såsom mycket av registerdata, långa demografiska serier och data från det s.k. Metropolitprojektet om kohorten stockholmare födda 1953. VR har under den senaste femårsperioden finansierat över 100 forskare som bedrivit forskning på området, ett tal som sannolikt måste flerdubblas om hänsyn tas till det samlade antalet i Sverige verksamma forskare. Läger man till forskare som sysslar med det angränsande området forskning om högre utbildning ökar antalet med ytterligare ungefär 100 forskare.

Välfärdsforskningen är således en stark svensk och nordisk gren. Svensk forskning är också väl representerad i internationella välfärdsforskningssammanhang. Här kan t.ex. nämnas ett flertal europeiska och globala surveyundersökningar, som lämpar sig väl för en globalisering av forskningsområdet. Ett annat exempel på svensk representation är ett ECRP-program om relationen mellan arbete, välfärd och jämställdhet. Det nyligen startade ESF-programmet EuroHESC (Higher Education and Social Change) har också stora chanser att dra till sig ett svenskt intresse, eftersom vi vet att ett hundratal svenska forskare är sysselsatta med forskning om högre utbildning.

Argument för ökat stöd till området

I Sverige (och Norden) finns en solid bas för fortsatt men reorienterad välfärdsforskning, dels i form av mycket informationsrika databaser, dels i form av en stor stock redan utförd solid svensk och nordisk forskning, där det kumulativa elementet är påtagligt. Detta forskningskapital bör inte skingras, utan i ljuset av ovan påtalade samhällsförändringar investeras i forskning kring nya välfärdsfrågor.

¹¹ Endast fem ansökningar kom in, varav tre beviljades.

¹² Också andra processer utan direkt anknytning till globalisering driver fram nya välfärdsforskningsfrågor, t.ex. den ändrade åldersammansättningen i befolkningen. Dessa berörs inte här.

Beteendekonomi

Utgångspunkten för att här ägna särskild uppmärksamhet åt beteendekonomisk forskning är två iakttagelser. Den ena iakttagelsen är inomvetenskaplig och går ut på att beteendekonomi ("Behavioral Economics") som den idag ser ut är ett relativt nytt inslag inom nationalekonomin på väg att mogna och bli accepterad. Från att ha varit en kritisk del av nationalekonomin befinner sig beteendekonomin nu i en fas där den levererar robusta resultat. En följd av detta är att området kommer att utgöra en del av basen för traditionell ekonomisk forskning, med sina styrkor i systemtänkande och metodisk stringens.

Den andra iakttagelsen rör samhällsförändringar som intimt sammanhänger med pågående globaliseringsprocesser. Den beteendekonomiska forskningen är av uppenbar relevans för vissa av vår tids stora utmaningar och innebär en öppning för ett aktivt utbyte med andra discipliner. Ju mer globaliseringen fortskrider desto svårare kan konflikten bli mellan individuellt rationella val (ta antibiotika när du får en infektion) och vad som vore kollektivt eller samhälleligt rationellt (minska antibiotikaanvändningen). Här ställs vi inför stora psykologiska, pedagogiska och ekonomiska problem som HS-forskningen måste öka insatserna för att lösa. Här har experimentell beteendekonomi något att erbjuda, samtidigt som många väsentliga rön om likheter och variationer i mänskligt beteende och mänskliga handlingsval kan inhämtas från sociologin, antropologin, etnologin etc.

Nationellt perspektiv

Svensk nationalekonomisk forskning är omfattande och håller hög internationell klass. I vissa avseenden är den t.o.m. världsledande. Uppskattningsvis engagerar forskningsområdet beteendekonomi dock färre än femtio svenska forskare och är ännu av begränsad omfattning i Sverige. Samtidigt rymmer området flera internationellt konkurrenskraftiga forskargrupper i Sverige.

Internationellt perspektiv

Inom den internationella nationalekonomin har det mycket länge funnits en mindre grupp forskare som intresserat sig för och granskat dess beteendemässiga förutsättningar. Till dessa kan räknas sådana som Amartya Sen (nobelpristagare i ekonomi) och Albert O. Hirschman, liksom stora delar av den s.k. institutionalistiska skolan med framstående företrädare som Douglass North (nobelpristagare i ekonomi). Men det är först på senare år som beteendekonomin utvecklats åt det experimentella hållet. Ett exempel på nya internationella satsningar på området är ett nytt ECRP-projekt om "Decision making" och "bounded rationality".

Argument för ökat stöd till området

Liksom i fallet med nyorienteringen av välfärdsforskningen, finns en stor potential för förnyelse och kunskapsgenombrott också på detta område, just till följd av den experimentella nyorienteringen och den tvärvetenskapliga inriktningen av kunskapsfältet.

Behovet av fiktion och berättande

I alla kulturer och i alla tider deltar flertalet människor i kulturformer som uttalat eller tydligt signalerar att de inte beskriver världen som den är, samtidigt som dess skapare ofta gör anspråk på att de härigenom ändå ger ökad insikt om denna värld. Fiktion och berättande är ord som används för att beteckna sådana kulturformer. Fiktion och berättande omsätter i hela världen enorma belopp. Människor är uppenbarligen beredda att använda mycket stora delar av sina inkomster till sådana aktiviteter. Det räcker med att erinra om miljardrullningen kring fantasygestalten Harry Potter för att illustrera detta.

Fiktionen kan sägas representera en form för sökande efter kunskap och fördjupad livsförståelse. Ofta ger fiktionen kunskap som till formen handlar om enskilda fenomen och enskilda människoröden, även om konstens och litteraturens utövare också kan ha generaliserande ambitioner av typen: ”Vad säger oss Peachums öde om människans lott?”.

Behovet av fiktion återfinns hos alla sorters människor i alla samhällen, och oavsett kunskaps- och kultursyn tycks de flesta ha det gemensamt att de då och då, i vår tid oftare och oftare, söker tillfredsställelse i fiktionens värld. Delvis hänger denna tillfredsställelse samman med ökad kunskap och insikt.

Detta ger upphov till frågan vilka allmänna behov sådan aktivitet fyller. Finns det ett kunskapsbehov som inte tillfredsställs på annat sätt än genom fiktionen? Vad får man veta här, som man inte får veta på annat sätt? Finns det till exempel ett emotionellt behov av att leka med icke-realiserade möjligheter? Kan sådan lek omsättas i kreativa handlingar? Detta kan formuleras som ett intresse för konstbruk eller för fiktionens och berättandets roll och värde i olika delar av världen.

Forskningen på området bör utföras både i ett samarbete mellan forskare som har fiktionen som sin vetenskapliga specialitet och forskare som är mer direkt inriktade mot mänskliga behov, mänsklig samlevnad och människors psykologi. Här finns alltså en potential för samarbete mellan litteratur- och teatervetare, medieforskare, livsåskådningsforskare och psykologer, ekonomer och antropologer med flera.

Nationellt perspektiv

Som helhet är området påtagligt underbeforskat. Det finns enstaka forskare som ägnat sig åt området, såsom evolutionära kognitionsforskare, litteraturvetare och framför allt en växande grupp företagsekonomer. ÄR-HS har dock redan startat en inventering av området och kommer som ett led i detta arbete att anordna ett öppet seminarium kring temat.

Internationellt perspektiv

Med utgångspunkt från den begränsade kunskap om det internationella forskningsläget vi har just nu, framstår forskningsområdet också internationellt som påtagligt lite beforskat. Dock finner man också internationellt enstaka exempel på evolutionärt, psykologiskt och litteraturvetenskapligt inriktade studier på området.

Argument för ökat stöd till området

Med det här förslaget formulerar vi en vetenskaplig fråga kring fiktion som hittills knappt ställts och ännu mindre utforskats, en fråga som samtidigt är av

stor vikt för att förstå mänskligt beteende. Här finns alltså en stor potential för kunskapsgenombrott, liksom möjligheter till en metodmässig, tematisk och teoretisk förnyelse och dynamisering både av de estetiska vetenskaperna och av andra discipliner som väljer att ägna sig åt forskning kring denna grundläggande fråga. Här ryms generaliseringsmöjligheter, korskopplingar till andra vetenskaper, ännu inte så utvecklat annorstädes, och här har svensk forskning chansen att vara tidigt ute med vetenskapliga genombrott.

Vidare kan man här se konturerna till kunskapsvinster om något som tveklöst angår de allra flesta människor och som har stor betydelse för hur vi lever samman.

Psykologi

Svensk forskning i psykologi har en stark inomvetenskaplig utveckling, som samtidigt gett resultat av stor relevans för samhällsutvecklingen. Frånsett den sedan länge etablerade kognitionsforskningen, som (i likhet med den internationella kognitionsforskningen) börjat röra sig mot emotionsområdet, kan man på senare år se en tydlig förstärkning av två delområden.

Det ena området är utvecklingspsykologin som synes integrera en rad olika forskningsområden inom dagens kognitionsforskning kring minne, språk och perception, med stor relevans för vår förståelse för utveckling i ett livsförlopp, inklusive naturligt åldrande och demensförlopp. Detta innebär att psykisk utveckling studeras inom ett betydligt vidare livsspektrum än tidigare, vilket är viktigt utifrån ändrade demografiska mönster med ökad medellivslängd och större åldringsgrupper i samhället. Utifrån unika svenska tvillingregister bedrivs också forskning som ger nya svar kring klassiska frågor kring arv och miljö, exempelvis när det gäller personlighetens eller temperamentets betydelse i ett livsförlopp.

Det andra området är socialpsykologin som befinner sig i en expansiv fas, där bland annat attitydbildning och vittnespsykologi är vitala områden.

Nationellt perspektiv

Svensk psykologisk forskning hävdar sig mycket väl i den internationella konkurrensen.

Internationellt perspektiv

Svensk kognitionsforskning har sin internationella motsvarighet. Kognitionsvetenskapen är stark internationellt. Tidskriften *Science* rankar den som tvåa bland viktiga vetenskapliga utmaningar de närmaste 25 åren. Detta manifesteras bl.a. i EU-kommissionens intresse för fältet¹³ och ESF:s relativt nystartade forskningsprogram CNCC (Consciousness in a Natural and Cultural Context). Det är också tydligt att rörelseriktningen mot emotionsforskning är väl synlig både i Sverige och utomlands.

¹³ Om fältet, se här [José Luis Bermudez, Hélène Coqueugnot, Arne Jarrick, Jacopo Meldolesi, Jan Treur & Keith Stenning (chairman)] *What it Means to be Human: Origins and Evolution of Human Higher Cognitive Faculties (Report of a NEST High-Level Expert Group, The European Commission)*, Bryssel 2005.

Argument för ökat stöd till området

Svensk psykologi är ett av de allra mest internationellt konkurrenskraftiga forskningsområdena inom HS-forskningen, vilket delvis hänger samman med dess sedan länge etablerade tradition att publicera sig på engelska i artikel-form. Sedan några år pågår här en tematisk förnyelse, som lovar nya insikter.

Lingvistik

Psykolingvistik, den del av lingvistik som studerar interaktionerna mellan språket och individen, har utvecklats till ett starkt svenskt forskningsområde de senaste åren. Forskningen återspeglar ett genombrott för experimentella studier av relationen mellan språk och högre kognitiva funktioner, vilka har blivit möjliga tack vare bättre infrastruktur i form av laboratorier med avancerad utrustning (för fMRI, ERP-mätning, ögonrörelsemätning etc.). Dessa metoder kommer allt mer till bruk inom forskning om språkutveckling och språkbortfall (vid åldrande, demens etc.) och ger underlag för olika behandlingsplaner. Som exempel kan nämnas de kommunikationsproblem som kan uppstå inom vården när åldrande invandrare förlorar inlärd andraspråkskunskaper och återgår till förstaspråket.

Nationellt perspektiv

Det finns flera starka forskargrupper inom området i Sverige. Uppskattningsvis finns det över 50 forskare verksamma inom området, där flera håller hög internationell klass.

Internationellt perspektiv

De stora forskningsprogram som de senaste fem till tio åren har startats på europeisk nivå överlappar men överensstämmer inte helt med det som dominerar inom svensk lingvistik. Det snart sjösatta ESF-programmet EuroBABEL handlar om hotade språk, medan det framgångsrika ESF-programmet OMLL (Origin of Man, Language and Languages) går långt på vägen mot att anlägga ett integrerat evolutionärt perspektiv på språkutvecklingen, vilket är mindre vanligt i Sverige. Slutligen kan påminnas om det redan nämnda CNCC (Consciousness in a Natural and Cultural Context) som adresserar en rad frågor som också har intresserat svenska lingvister.¹⁴

Argument för ökat stöd till området

Lingvistik är ett framgångsrikt svenskt forskningsfält med fortsatt stor utvecklingspotential, särskilt inom området psykolingvistik. En förutsättning för att området skall fortsätta att utvecklas är dock att det sker en satsning på infrastruktur inom språkområdet.

¹⁴ Programmet skulle ha haft svensk representation, om det inte varit för att den tyska partnern i ESF hoppade av som finansör, vilket gjorde att hela projektet föll.

MEDICIN

Forskning för global hälsa – strategiskt för Sverige

Den medicinska forskningens resultat är avgörande för bättre hälsa, för utveckling av god sjukvård och för Sveriges ekonomiska tillväxt i form av förbättrad hälsa och industriell utveckling. I ett globalt perspektiv finns det också många områden där utnyttjandet av dagens och morgondagens medicinska forskningsresultat kommer att få stor inverkan på befolkningars hälsa och livskvalitet, särskilt i fattiga länder. En stark medicinsk forskning är också viktig för att Sverige ska fortsätta vara en ledande kunskaps- och forskningsnation.

I nuläget pågår ett stort skifte i kampen mot sjukdomarna som förutses innebära effektivare behandling av större värde för individen och samhället än i dagsläget. Genom att bli utnyttja de kunskaper som kommit fram om genernas uppbyggnad, om de individuella skillnaderna i generna och om de molekylära processerna i cellerna finns det nu stora möjligheter till en mer förebyggande och individualiserad hälso- och sjukvård. Möjligheterna att förhindra sjukdomar innan de ens uppkommer ökar. Den medicinska forskningen förser oss nu med ökande möjligheter att lindra sjukdomsburden och dess kostnader för samhället och öka människors livskvalitet.

Sveriges ställning som forskningsnation inom det medicinska området är internationellt stark. Det finns en bredd och en stor potential i den svenska medicinska forskningen som genom fortsatta offensiva investeringar kan utveckla sin internationella ställning inom en rad områden. Det gäller bland annat forskning om generella biologiska mekanismer som kan få betydelse för en rad olika hälsoproblem och sjukdomar som drabbar många individer i både Sverige och övriga världen, samt forskning inom områden där svensk forskning har påtagliga konkurrensfördelar såsom inom klinisk och epidemiologisk forskning.

För att uppnå målet med en mer förebyggande, effektiv och individualiserad sjukdomsbekämpning behövs fortsatt stark forskning inom grundläggande medicinsk, biologisk och beteendevetenskaplig forskning. Det är också viktigt att den kliniska forskningen som behöver vårdens struktur och resurser tar tillbaka sin tidigare starka internationella ställning. Den sjukdomsorienterade medicinska forskningen bedrivs numera inte enbart av kliniskt verksamma forskare utan ofta i samarbete mellan forskare med olika kompetens och perspektiv. I denna s.k. translationella forskning kan forskningsresultat överföras från experimentell forskning till metoder för att lösa ohälsa- och sjukdomsproblem, och observationer och resultat från den kliniska verksamheten kan överföras till den experimentella forskningen. Genom detta sätt att forska kan också forskningens resultat snabbare komma patienterna till godo.

Den totala finansieringen av medicinsk forskning och utveckling vid universitet och högskolor var drygt sex miljarder kronor år 2005¹⁵. Den statliga andelen av detta, dvs. basanslag, ALF-anslag och medel från forskningsråd och andra myndigheter, uppgick till ca 3,6 miljarder kronor.

¹⁵ Statistiska Centralbyrån, UF 13 SM 0601

Efter den senaste forskningspolitiska propositionen¹⁶ påbörjade staten en successiv ökning av anslagen till den medicinska forskningen, totalt omfattande 400 miljoner kronor för perioden 2005-2008. Dessa siffror kan jämföras med de totala kostnaderna för all sjuklighet i Sverige, som beräknades till 550 miljarder kronor år 2004¹⁷. De kan också jämföras med exportinkomsterna från den forskningsintensiva läkemedels- och medicintekniska industrin som uppgick till ca 60 miljarder kronor år 2005, och tillsammans svarade för mer än 20 % av Sveriges nettoexport¹⁸.

Då Sverige tillhör de främsta länderna i världen inom medicinsk forskning så sammanfaller de starka svenska forskningsområdena till stor del med de internationellt sett mest dynamiska och utvecklingsbara forskningsfälten. Vetenskapsrådets medel till forskningsprojekt, som fördelas i nationell konkurrens till den vetenskapligt mest kvalitativa forskningen inom medicinområdet, kan användas som en indikator på starka svenska forskningsområden (se diagram). I detta sammanhang bör dock påpekas att mycket kvalitetsmässigt framstående forskning även bedrivs med privata forskningsmedel bl a inom cancerområdet och hjärt- och kärlområdet, varför dessa områden styrkemässigt är underrepresenterade i diagrammet. De områden som vi i denna sammanställning lyfter fram är exempel på områden där forskning kan bidra till att lösa viktiga problem i samhället, där investeringar i forskning kan ge Sverige ökad konkurrenskraft och där svensk forskning är ledande och håller hög kvalitet eller är på väg att bli ledande. I många fall är det också områden som man satsar på också i övriga delar av världen, då man förutser att dessa kommer att ge användbara resultat på olika sätt.

Samtidigt som vi ser forskningen i ett mer kortsiktigt nyttoperspektiv måste Sverige emellertid också vara med och bidra till den kunskapsbank som behövs för framtiden. Vi vet inte vilken kunskap vi kommer att behöva om 20-30 år. Vi vet inte vilka förändringar i hälsotillstånd som kan uppstå på grund av klimatförändringar, ökad smittspridning, fler människor på jorden, fattigdom eller välvärd etc. Det gäller därför att även fortsatt investera i nyfikenhetsdriven grundforskning inom alla fält. Inte förrän vi kan se i backspegeln vet vi vad det var som gjorde skillnad!

Vetenskapsrådets forskningsstöd inom medicinområdet 2007



¹⁶ Forskning för ett bättre liv. SOU 2004/2005:80

¹⁷ Jämställd vård? Socialstyrelsen 2004

¹⁸ Medicin för Sverige! Nytt liv i en framtidsbransch. SNS Förlag 2007.

OMRÅDEN MED STOR BETYDELSE FÖR HÄLSAN I VÄRLDEN

Nedan presenteras några områden där Sverige har excellent forskning som är av stor betydelse för hälsan i världen och dessutom är strategiska för Sverige. Här finns många starka forskningsmiljöer och forskargrupper som redan tillhör eller snart kommer att tillhöra de internationellt allra främsta. Fortsatta investeringar i forskning är emellertid nödvändiga för att ta till vara den potential som finns.

Infektionssjukdomar – globala problem där svensk forskning är en viktig del i lösningen

Bekämpning av globala hot av olika slag, exempelvis ett nytt sjukdoms-panorama med pandemier och spridning av multiresistenta bakterier, är i högsta grad avhängiga av relevant forskning, bl a medicinsk forskning. Kunskaperna om den exakta interaktionen mellan värd och patogen som orsakar sjukdom hos människan är ofta fragmentarisk. Denna okunskap gör att man inte använder tillräckligt optimala strategier för kontroll av infektionssjukdomar. Hiv, bakteriella mag/tarm- och urinvägsinfektioner, tuberkulos och malaria är starka områden inom svensk forskning. Det gäller forskning både för att klarlägga sjukdomsmekanismer och för att ta fram nya behandlingsstrategier. Ett starkt forskningsområde är utveckling av nya vacciner. Svensk mikrobiologisk forskning har också bidragit till utveckling av nya molekylärbiologiska tekniker som fått stor användning inom medicinsk forskning och sjukvård. Området mikrobiologi, immunologi och infektionssjukdomar är det enskilt största området som erhåller forskningsstöd från ämnesrådet för medicin. Uppskattningsvis finns mellan 600 och 700 disputerade forskare i Sverige verksamma inom detta område. Även stora delar av den cell- och molekylärbiologiska forskningen är relevant för området.

Argument för ökat stöd till området

Infektionssjukdomarna fortsätter att tillhöra de största dödsorsakerna i världen. Mer än 15 miljoner människor per år uppskattas dö i onödan av infektionssjukdomar som skulle kunna ha förebyggts, behandlats eller botats. Det är en kapplöpning mot bl a bakterier och virus som pågår. Mer än 30 olika nya infektionssjukdomar har uppstått under de senaste tre årtiondena, bl.a. HIV/AIDS och SARS. Infektionssjukdomar som vi trodde vi kunde bemästra, t ex tuberkulos och malaria har återkommit. Allt fler bakteriestammar blir resistenta mot dagens antibiotika och bakteriesjukdomar som tidigare lätt kunde behandlas kan bli livshotande.

Sverige har stor potential att bidra med internationellt framstående forskning för att bekämpa ohälsa och fattigdom och därmed främja samhällsutvecklingen i många länder. Sverige har flera komparativa fördelar vad gäller forskning inom global hälsa och infektionssjukdomar, bl.a. flera internationellt erkända forskare inom infektionsmedicin, vaccinutveckling, smittskydd och antibiotikaanvändning. Sverige har också välutvecklade

samarbeten med flera utvecklingsländer i Afrika och Asien som erbjuder en god infrastruktur för läkemedelsprövningar, vaccinutveckling och behandlingsstudier. Sverige medverkar i flera internationella vaccinforskningsprogram och är värd för EU:s smittskyddsmyndighet. I Sverige finns i dag flera forskningscentra med inriktning mot global hälsa och landets första forskarskola i global hälsa.

I regeringens nyligen lämnade proposition om en förnyad hälsopolitik¹⁹ framhålls att samhället kan ha ett stort intresse av att vidareutveckla grundforskningsresultat till produkter när det gäller läkemedel och produkter som inte är kommersiellt intressanta, t ex hiv-vacciner och nya antibiotika. Den allvarliga utvecklingen med resistens mot antibiotika har visat att insatser som satsning på vårdhygien och rationell antibiotikaanvändning inte räcker för att komma tillrätta med problemen kring antibiotikaresistens. Nya antibiotika är en nödvändighet för att vi även i framtiden ska kunna bekämpa infektioner, utföra transplantationer och ortopediska operationer samt behandla cancerpatienter.

Enligt propositionen är vaccinationer en av de mest kostnadseffektiva insatserna för folkhälsan. Många av de allvarliga sjukdomar som för drygt hundra år sedan skördade tusentals offer har i dag mer eller mindre försvunnit från Sverige, huvudsakligen genom införande av vaccinationsprogram. Framtidsutsikterna för vaccinindustrin bedöms numera vara ljusa. Ny kunskap inom immunologi och ny teknik för att framställa vaccin har skapat helt nya möjligheter. Bättre och säkrare vaccin kommer på sikt att ersätta äldre vaccin.

Nya former av finansiering och partnerskap mellan den privata och den offentliga sektorn behövs för att vidareutveckla grundforskningsresultat till produkter även när det gäller kommersiellt ointressanta läkemedel och produkter, till exempel hiv-vacciner och nya antibiotika. Regeringen avser att, genom samverkan både inom Europeiska unionen och internationellt, driva på för en utveckling av forsknings-, produktions- och handelsinitiativ som leder till att bättre förutsättningar skapas för att utveckla sådana läkemedel och produkter.

Förutom de stora företagen på området som AstraZeneca, är medelstora företag som SBL Vaccin AB och en mängd mindre bioteknikföretag involverade i forskning och utveckling inom området infektionssjukdomar. Många av dessa företag arbetar med antimikrobiella läkemedel, diagnosverktyg eller vacciner. En uppskattning är att ungefär en tredjedel av bioteknikföretagen i Sverige arbetar inom områden av direkt relevans för kontroll av infektionssjukdomar i utvecklingsländer. De svenska företagen är representanter för en ytterst varierande och innovativ grupp som har en avsevärd potential för utveckling av vacciner, nya antibiotika eller medel med andra angreppssätt²⁰.

Hjärnans sjukdomar – många drabbade

Alzheimer, stroke, Parkinson och andra sjukdomar som drabbar hjärnan och ryggmärgen är svåra att behandla och orsakar mycket lidande. Den neurologiska forskningen är inriktad på att förstå biologin bakom nervsystemets sjukdomar och på att ta fram nya och effektivare behandlingsmetoder.

¹⁹ En förnyad hälsopolitik. Prop 2007/08:110

²⁰ Förslag till strategisk handlingsplan för Sveriges bidrag till den globala bekämpningen av smittsamma sjukdomar. SOU 2005:107.

Forskning om Alzheimer, stroke och Parkinsons sjukdom är områden där Sverige, också i ett internationellt perspektiv, intar en stark position.

De läkemedel som idag finns för att behandla Alzheimers sjukdom kan bara lindra symtomen, inte bromsa sjukdomsprocessen. Men nya läkemedelskandidater är på väg. Ett spännande alternativ är ett behandlande vaccin, där kliniska prövningar pågår vid två centra i Sverige. Stora ansträngningar görs för att hitta fler ärftliga faktorer som kan kopplas till Alzheimers sjukdom. Genom att använda avancerade avbildningstekniker har svenska forskare lyckats visualisera den ansamling av så kallade plack, som är typiska i alzheimersjukas hjärnor. Därmed går det att följa sjukdomsförloppet och utvärdera eventuella behandlingseffekter.

Stroke – det vill säga en blödning eller propp i hjärnan – är den tredje vanligaste dödsorsaken i vårt land näst efter hjärt- och kärlsjukdomar och cancer. Dödligheten i stroke har minskat tack vare ny kunskap om sjukdomen och satsningar på särskilda strokeenheter. Forskningen har visat att cellskadan kan minskas genom tillförsel av skyddande ämnen eller nedkylning av patienten. Man har sett vid djurförsök att överlevande nervceller kan ta över förlorade funktioner och hjärnans stamceller kan aktiveras efter en stroke och bilda nya nervceller och stödjeceller. Målet är att kunna utveckla nya behandlingsmetoder för strokepatienten, metoder som bygger på att hämma celldöden och stimulera hjärnans egen reparationsförmåga.

Parkinsons sjukdom har kommit att stå som modell för mycket av den forskning som rör neurodegenerativa sjukdomar och för nya behandlingskoncept som genterapi och försök att använda stamceller. Detta är områden där svensk forskning är internationellt sett mycket stark. Vid Parkinsons sjukdom dör de dopaminproducerande cellerna i hjärnan och följden blir de klassiska symtomen som skakningar och andra motoriska problem. Svenska forskare har tidigare presenterat lyckade försök med att transplantera friska nervceller till parkinsonsjuka patienter, vilket ledde till att symtomen lindrades. Nyligen öppnades andra möjligheter att med hjälp av embryonala stamceller bilda dopaminproducerande celler för transplantation. En annan linje är att via genterapi påverka sjukdomsförloppet och kliniska försök planeras som går ut på att ge patienter genen för en viss nervtillväxtfaktor. Också studier med målet att ta fram nya, effektivare läkemedel pågår.

Argument för ökat stöd till området

Sjukdomar som Alzheimer, stroke, Parkinson och andra neurodegenerativa tillstånd som drabbar hjärnan och ryggmärgen är svåra att behandla och orsakar mycket lidande hos många. Det totala antalet människor med någon hjärnsjukdom i Sverige motsvarar ungefär en tredjedel av den totala befolkningen i Sverige. Den neurologiska forskningen är inriktad på att förstå biologin bakom nervsystemets sjukdomar och på att ta fram nya och effektivare behandlingsmetoder. Detta är områden där Sverige har en mycket stark internationell position med många framstående forskare. Man räknar med uppemot 600 disputerade forskare som studerar nervsystemets sjukdomar. De svenska offentliga satsningarna på hjärnforskning motsvarar enligt en nyligen genomförd studie mindre än 0,2 % av vad sjukdomarna kostar samhället²¹. Det finns starka skäl att tro att satsningar på att göra Sverige än mer konkurrenskraftigt inom hjärnforskning skulle betala sig bra. Forskning om nervsystemet och dess sjukdomar är ett av de största områdena

²¹ Hjärnsjukdomar leder till stora kostnader för samhället. Läkartidningen 2006:103:1590-1594

som ämnesrådet för medicin stödjer, vilket betyder att det finns mycket konkurrenskraftig och stark forskning inom området.

Psykiska sjukdomar – centrala samhällsproblem med forskning i stark utveckling

Psykisk ohälsa drabbar många människor och är ett stort och växande problem. Här ryms allvarliga tillstånd som psykoser och djupa depressioner men också lindrigare former som nedstämdhet, oro och sömnsvårigheter. Den psykiska ohälsan uppskattas kosta samhället nära 60 miljarder om året. Svensk forskning är framgångsrik bl.a. i att ta reda på de ärftliga faktorernas betydelse, mekanismerna bakom beroende och missbruk, läkemedelsutveckling och utbildningsmetoder för att studera hjärnan.

Argument för ökat stöd till området

Psykiska sjukdomar och funktionshinder orsakar stort lidande för individen, för dennes familj och orsakar också stora samhällsekonomiska kostnader. De psykiska sjukdomarna är ofta livshotande och det behövs därför bl.a. bättre diagnostiska metoder, nya behandlingsmetoder och effektiva preventiva åtgärder. De psykiskt sjuka och psykiskt funktionshindrade är en grupp som upplever sig stigmatiserade och med lägre status än andra patientgrupper. Denna grupp har samma rätt till ökad kvalitet när det gäller prevention, diagnostik och behandling som människor med somatiska sjukdomar. Ambitionsnivån måste därför höjas när det gäller användning av moderna metoder och kunskapsbaserade insatser. Forskning är en väg att på kortare eller längre sikt ge denna patientgrupp ökad kvalitet i vård och omhändertagande. Situationen för patientgruppen har uppmärksammats internationellt och forskningsresurserna har ökat kraftigt i bl a USA och Australien.

Sverige har ett ansvar att också bidra till den internationella forskningen för denna utsatta patientgrupp. Det finns en god potential i Sverige att bidra till den internationella forskningen, särskilt inom vissa delområden, och med ökad kompetens kan vi i Sverige mer effektivt hämta hem den kunskap som genereras i andra länder. Genom att satsa mer statliga forskningsresurser på gruppen psykiskt sjuka och funktionshindrade gör regeringen även en tydlig markering att denna grupp är viktig och höjer deras status.

Den psykiatriska forskningen bedrivs inom flera olika områden, av vilka många befinner sig i en snabb utveckling. Det gäller forskning inom basal neurovetenskap, diagnostik, behandling och epidemiologi. Kunskapsutvecklingen inom psykiatrin och angränsande områden är stark inte bara i volym utan också med nya metoder, förklaringsgrunder och kunskapsmodeller. Ett allvarligt problem inom den psykiatriska forskningen, som i Sverige består av cirka 150 disputerade forskare, är att medelåldern på forskare är hög. Det finns därför ett stort behov av nyrekrytering av forskare och forskningsledare inom olika områden av den psykiatriska forskningen.

Nationell psykiatrisamordnings utredning²² framhöll att forskning inom området psykisk hälsa är eftersatt och att behovet av ökad kunskap är stort. Utredningen framhöll att den andel av de totala forskningsmedlen som går till området är oproportionerligt liten med tanke på det lidande och den

²² Ambition och ansvar. Nationell strategi för utveckling av samhällets insatser till personer med psykiska sjukdomar och funktionshinder. SOU 2006:100.

belastning för samhället som psykisk ohälsa innebär. Utredningen föreslog därför att en sjuårig forskningssatsning i form av att 100 miljoner kronor per år skulle avsättas för detta ändamål och att medlen skulle fördelas i nationell konkurrens efter kvalitetsbedömning. Satsningen skulle ha en bred ansats och omfatta såväl forskning om hjärnans funktioner som samspelet mellan individer och grupper och effekterna av olika metoder, arbetssätt och program.

Diabetes och fetma – från västerländskt livsstilsproblem till global utmaning

Diabetes förekommer i två huvudformer. Båda diabetestyperna ger samma svåra komplikationer i form av skador i hjärt- och kärlsystemet, i njurar, ögon och nerver. Typ 2-diabetes, som är den vanligaste formen av diabetes, beror på störd ämnesomsättning och kroppens känslighet för insulin är nedsatt. Patienter med typ 1-diabetes saknar egen insulinproduktion, vilken är nödvändig för kroppens energiomsättning och för att musklerna ska kunna ta upp blodsocker. En svensk styrka är genetiska studier, både vid typ 1- och typ 2-diabetes, och möjligheterna till långtidsuppföljningar genom våra olika register. Svensk forskning är också framgångsrik vad gäller transplantation av betaceller, det vill säga insulinproducerande celler från bukspottkörteln. Det pågår för närvarande kliniska försök i liten skala med transplantation på patienter. Betacellerna tas från donerade organ och ett problem är bristen på tillgång till transplantationsmaterial. Stora forskningsinsatser inriktas därför i Sverige och internationellt på att utveckla stamceller till insulinproducerande betaceller för framtida transplantationssyfte. Dagens läkemedel vid diabetes fungerar mest som bromsmediciner och därför ägnas en hel del grundforskning åt att hitta nya angreppspunkter för nya läkemedel.

Många läkemedelsstudier görs också för att utveckla en verksam medicin mot övervikt och fetma. Den hittills enda riktigt effektiva metoden vid fetma är så kallad by-pass-kirurgi, som bl.a. leder till en hormonomställning i kroppen och minskar hungerkänslan. Mycket forskning är inriktad på fettväven och hur den regleras. Bland annat studeras vilka molekylära mekanismer som styr hur fett tas upp och bryts ner i kroppen. Vid såväl diabetes som vid övervikt och fetma är nyckeln till problemen i första hand ändrad livsstil. Men dessutom behövs fler behandlingsalternativ och satsningar på grundforskning för att kartlägga basala molekylära mekanismer vid båda sjukdomarna.

Argument för ökat stöd till området

Att hejda den språngartade utvecklingen av diabetes och övervikt och fetma är en angelägen uppgift. I Sverige finns omkring 300 000 personer med diabetes. Många av dem får sin diagnos först då de hamnar på sjukhus med hjärtinfarkt. Tre av fyra patienter med diabetes dör i komplikationer från hjärt- och kärlsystemet. Kopplingen till övervikt och fetma är mycket stark. Antalet diabetespatienter i världen beräknas idag uppgå till närmare 200 miljoner och fortsätter snabbt att öka. En tydlig trend är att allt fler yngre, även barn och ungdomar, drabbas av diabetes.

Också när det gäller antalet personer med övervikt och fetma har det skett en dramatisk ökning, inte bara i västvärlden utan också i länder som Kina och Indien. Övervikts- och fetmaproblematiken är ett av de allvarligaste folkhälsoproblemen i Sverige, liksom i många andra länder, och måste tas på

största allvar. Utvecklingen anses enligt regeringens proposition om en förnyad hälsopolitik²³ vara särskilt alarmerande bland barn. I många länder tas detta hälsohot på största allvar med bl a koordinerade strategiska forskningsprogram för att denna globala fetmaepidemi med dess associerade hälsoproblem ska kunna bekämpas, bl a i USA och i Kanada. Enligt WHO lider mer än 1,6 miljarder vuxna och mer än 20 miljoner barn under fem år i världen av övervikt.

Inom svensk forskning är diabetes och fetma starka profilområden och svenska forskargrupper har i hög grad bidragit till den kunskap vi har idag, genom basala studier om molekylära mekanismer och genom patientnära klinisk forskning. Det finns minst 200 svenska forskare som specialiserat sig på diabetesfrågeställningar. För fetmaforskning är det svårt att göra motsvarande uppskattning och områdena går ofta in i varandra. Ett exempel på att svensk diabetesforskning håller hög nivå, var det stöd som den amerikanska forskningsfonden Juvenile Diabetes Research Foundation (JDRF) gav till svenska forskargrupper för ett antal år sedan och som bidragit till att bygga upp stark forskning inom området.

Cancersjukdomar – fler människor insjuknar och lever med cancer

Cancer är inte en sjukdom utan ett samlingsnamn på de ca 200 olika sjukdomar som kännetecknas av okontrollerad celltillväxt. De senaste årens forskning har lett till en ökad förståelse av hur cancer uppkommer och därmed också till effektivare behandling av olika tumörer. Svensk forskning är framstående inom en rad områden, bl.a. molekylära studier av tumörcellers okontrollerade tillväxt, tumörimmunologi samt genetiska och epidemiologiska studier för att klarlägga samband mellan arv och miljö. Inom området kliniska prövningar och optimering av cancerbehandling har Sverige hittills varit framgångsrikt, men på senare år har en nedåtgående trend blivit uppenbar. En stor andel av den svenska cancerforskningen stöds av privata finansiärer, bl a Cancerfonden, vars forskningsnämnd arbetar forskningsrådligt. Samtliga större universitet i landet har internationellt framstående cancerforskargrupper. De stora pensionsavgångarna kommer att leda till en åderlätning av konkurrenskraftiga forskningsledare, men återväxten av yngre välutbildade forskare är god, framför allt inom de experimentella disciplinerna. Situationen är betydligt sämre inom den kliniska cancerforskningen.

Kvaliteten på den svenska cancerforskningen är hög, men den skulle kunna vara ännu mer framgångsrik om man ser till förutsättningarna med ledande forskningsuniversitet, god forskarutbildning och omfattande medicinska register. Jämfört med situationen i flera andra länder arbetar framför allt de yngre forskargrupperna med för små resurser. De dagliga driftskostnaderna även för en liten forskargrupp är betydande. Små forskningsresurser leder till suboptimerad verksamhet och rädsla att tackla de viktiga frågorna med risk för trivialisering av forskningen. Modern cancerforskning kräver god infrastruktur, t.ex. avancerade teknikplattformar, välutvecklade, omfångsrika biobanker och stora patientmaterial. Även till dessa ändamål behövs mer resurser men också en översyn över de strukturella förutsättningarna, bl a samarbetsformerna mellan landsting och universitet.

²³ En förnyad hälsopolitik. Prop. 2007/08:110

Argument för ökat stöd till området

Cancer är i vårt land den vanligaste dödsorsaken i åldersgruppen yngre än 75 år. En betydande ökning av antalet personer som insjuknar och lever med en cancersjukdom förväntas under de kommande 10-15 åren. Varje år insjuknar omkring 50 000 personer i Sverige och ungefär 150 000 lever med cancer. Antalet döda av cancer per år är drygt 22 000, varav en tredjedel är yngre än 65 år. Regeringen har tillsatt en särskild utredare som ska lämna förslag till en nationell cancerstrategi med fokus på framtida utmaningar och behov.

Den medicinska behandlingen av cancersjukdomar är på väg att revolutioneras. Nya, målinriktade läkemedel med hög tumörspecificitet utvecklas. Individbaserade behandlingsregimer kommer i framtiden att leda till bättre terapieresultat med mindre biverkningar. Sverige har goda förutsättningar att vara världsledande inom flera områden, vilket kan leda till betydande vinster både inom sjukvård och näringsliv. Sverige bör kunna ha en ledande roll i EU då det gäller introduktionen av nya behandlingsmetoder. Förutsättningarna att Sverige ska lyckas är ökade resurser till den universitetsbaserade cancerinriktade grundforskningen och ökade möjligheter att omsätta de nya kunskaperna i sjukvården genom satsningar på klinisk forskning. Framför allt universitetssjukhusen måste fungera som innovationsmiljöer för kliniskt inriktad cancerforskning. Sjukvårdens huvudmän måste komma till insikt att högkvalitativ forskning måste integreras i sjukvården. Ett sådant paradigmskifte skulle gagna såväl patienterna som näringsliv och forskarsamhälle.

Hjärt- och kärlsjukdomar – orsaken till närmare hälften av dödsfallen

Risken att dö i hjärtinfarkt har nästan halverats under de senaste tio, femton åren. Också risken att dö i stroke har minskat kraftigt. Ändå är hjärt- och kärlsjukdomar ett av våra största folkhälsoproblem, som tar stora delar av sjukvårdens resurser i anspråk. Och trots att det är många fler som idag överlever står hjärt- och kärlsjukdomarna fortfarande för cirka 45 procent av alla dödsfall i Sverige. Ett snabbt omhändertagande, nya läkemedel och bättre uppföljning har radikalt ändrat prognosen för risken att dö i hjärtinfarkt. Hjärt- och kärlsjukdomar är den grupp sjukdomar som orsakar flest förtida dödsfall, samtidigt som de ofta innebär långvariga hälsoproblem och funktionsnedsättning. Uppskattningsvis räddas drygt 3 000 fler människor till livet varje år jämfört med för 15 år sedan tack vare förbättrad hjärt- och kärlsjukvård, exempelvis hjärtoperationer och förebyggande behandling av höga blodfettsnivåer och högt blodtryck.

Forskning från experimentell cellbiologi till klinisk diagnostik och behandling har lett till ökad förståelse av sjukdomsprocesserna, orsaksmekanismerna, riskfaktorer, förlopp och epidemiologi. Därmed har man fått underlag för att på bred basis kunna angripa sjukdomsproblemen inom hjärt- och kärlområdet, vilket får anses vara en förklaring till den förbättrade situationen för dem som drabbas. Sverige har varit unik på detta område genom den hittills mycket stora bredden med världsledande forskning på många av områdena. Arteriosklerosforskning med bakomliggande mekanismer har varit ett starkt forskningsområde sedan 70-talet och hjärtinfarktsforskning ledde till paradigmskifte i och med att svenska forskare

visade att man kunde begränsa infarktstorleken med betablockad och därmed sänka dödligheten. Därefter kom proppupplösande behandling och betydelsen av medel som hämmar proppbildning. Samtidigt visade svenska forskare att betablockad starkt förbättrade prognosen vid hjärtsvikt. Svensk forskning har därmed kraftigt bidragit med förståelsen för uppkomstmekanismerna och ändrade behandlingsrutiner.

Argument för ökat stöd till området

Svensk forskning kring hjärtats sjukdomar och vården av patienter med hjärt- och kärlproblem ligger internationellt mycket väl till. Svenska forskare har aktivt bidragit till ändrade behandlingsrutiner som nu är internationell standard. Svensk forskning som rör hjärt- och kärlsjukdomar bedrivs inom flera områden innefattar ungefär 250 disputerade forskare. Det gäller i hög grad basal grundforskning och patientnära klinisk forskning, men också utveckling av ny teknik och nya diagnostiska metoder samt stora kliniska studier om hur arv och miljö påverkar risken att insjukna. En stor del av den svenska hjärt- och kärlforskningen stöds av den privata finansören Hjärt-Lungfonden.

Svensk läkemedelsindustri har spelat en betydelsefull roll för den medicinska forskningen inom området. Kapital och resurser har tillhandahållits för att vidareutveckla idéer som väckts på universiteten. Detta samspel mellan industri och akademi behöver revitaliseras och underlättas. Förutsättningarna att kunna genomföra kliniska läkemedelsstudier i Sverige måste utvecklas.

Den försvårade situationen för kliniska forskare är ett stort hot mot den framtida kvaliteten i sjukvården och incitamentet till att ägna sig åt forskning är inte längre lika tydligt. En utveckling av kliniska forskningsförutsättningar och offensiva satsningar på rekrytering och incitamentsstruktur kan ge stor utdelning

OMRÅDEN MED SÄRSKILDA SVENSKA KONKURRENSFÖRDELAR

Det finns också områden där Sverige bör ta till vara på de särskilt goda förutsättningar som finns och där Sverige har konkurrensfördelar gentemot övriga forskningsnationer. Detta gäller framför allt den kliniska forskningen och den epidemiologiska forskningen med hjälp av biobanker, patientregister och befolkningsdata. Här gäller det att göra kraftfulla resursförstärkningar för att ta tillvara det försprång som fortfarande finns och ge de satsningar som redan gjorts full effekt.

Epidemiologisk forskning – unika förutsättningar för forskning

Svensk epidemiologisk forskning har länge varit internationellt ledande. Sverige har unika förutsättningar bland annat tack vare vår långa tradition med personnummer, många olika register och provsamlingar i biobanker. Epidemiologisk forskning intresserar sig för sjukdomars utbredning bland befolkningen och att använda denna kunskap för att minska sjukdoms-

förekomst. Forskningen kan inrikta sig på att beskriva olika sjukdomar i en population, försöka hitta samband mellan exponering och sjukdom hos en population, eller undersöka om vidtagna åtgärder gett effekt. Den epidemiologiska forskningen har gett helt nya insikter om frågan varför sjukdomsmönster förändras över tid och har lett till att många sjukdomar kan förebyggas. En stor del av folkhälsoforskningen är inriktad på att finna orsakerna till folksjukdomar som exempelvis hjärt- och kärlsjukdomar, cancer och reumatism med hjälp av epidemiologisk forskning.

Argument för ökat stöd till området

Allt fler forskningsområden behöver befolkningsdata för att pröva sina modeller och för epidemiologer spelar genetisk information allt större roll för att förstå mekanismer och sjukdomsmönster. Att skapa och upprätthålla register är kostsamt, och fortsatta investeringar i de många register som ligger till grund för den framgångsrika svenska forskningen inom området ger unika förutsättningar till forskning. Under de senaste åren har strategiska satsningar påbörjats i Sverige inom det epidemiologiska området, men mycket återstår för att skapa en integrerad infrastruktur, för att kunna hantera och bearbeta data från olika källor som rör molekyler, celler, patienter och populationer. Med hjälp av sk e-vetenskap, modern informationsteknik, har förutsättningarna att utnyttja dessa unika resurser blivit mycket större. (Se vidare s. 70 i avsnittet om forskningsinfrastrukturer.)

Svensk epidemiologisk forskning har länge varit internationellt ledande och svenska forskare har bidragit med helt centrala pusselbitar i förståelsen av en rad sjukdomar t ex cancersjukdomar, hjärt- och kärlsjukdomar, Alzheimer och diabetes. I ett internationellt perspektiv tilldrar sig svensk epidemiologisk forskning uppmärksamhet främst i två avseenden. För det första har Sverige en unik tillgång till olika former av register, framförallt sjukdomsregister, vilka är centrala hjälpmedel inom epidemiologisk forskning. Samtidigt finns ett stort antal befolkningsregister med ännu inte fullt utnyttjad potential för forskningen. För det andra har i Sverige genomförts flera och framgångsrika studier av kohorter - en grupp människor, definierade utifrån en eller flera gemensamma faktorer - över längre perioder.

Biobanker – dra nytta av det försprång som finns

Biobanker innehåller stora mängder biomedicinsk data om den svenska befolkningen och ger möjlighet till storskaliga studier och uppföljning. Mellan 50 och 100 miljoner biologiska prover finns sparade i olika biobanker i Sverige år 2005 och varje år växer antalet prover med några miljoner. Biobanksmaterial av hög kvalitet är ett ovärderligt verktyg vid forskning. Många sjukdomar grundläggs lång tid före sjukdomsutbrottet, och för att hitta orsaker är det viktigt att kunna undersöka prover tagna flera decennier tidigare. Material insamlat i biobanker, som studeras samtidigt med uppgifter om sociala faktorer och arbetsvillkor ger en mångvetenskaplig bas för att förstå hur folksjukdomar utvecklas.

Argument för ökat stöd till området

Sverige och Norden har idag ett försteg genom att ha cirka en fjärdedel av världens samlade biobankskapital. Bedömningar har gjorts att vi har ca 15 års försprång framför de länder som nu börjar satsa på att bygga upp biobanker. Den internationella utvecklingen på området är stark och det

gäller att genom fortsatta investeringar dra nytta av de försteg som finns i Sverige och Norden. Vetenskapsrådets kommitte för infrastruktur, KFI, har nyligen låtit utreda situationen för biobankerna i Sverige och utredaren lämnar ett antal förslag till hur de ska kunna utnyttjas på ett bättre sätt. Utredaren framhåller att Sverige faktiskt har ett ansvar att utveckla och använda sina biobanker för att bidra till bättre hälsa. (Se vidare sidan 80 i avsnittet om forskningsinfrastrukturer.)

Klinisk forskning – för vården och läkemedelsindustrin

En stark klinisk forskning är förutsättningen för en evidensbaserad och kunskapsstyrd hälso- och sjukvård präglad av hög kvalitet. Svensk klinisk forskning har tydliga konkurrensfördelar som många andra länder saknar: bra utbildning, en hög andel engagerade och forskarutbildade medarbetare i vården, tillgångar i form av hälsodataregister, kvalitetsregister och biobanker, patienter som gärna deltar i forskningsprojekt och en stabil offentlig sjukvård. Sverige har en lång tradition inom området och under många år har den kliniska forskningen bidragit till den starka position som svensk industri uppvisar i dag.

Den svenska kliniska forskningen har emellertid förlorat i kvalitet jämfört med andra länder under de senaste decennierna. Forskarna pekar på brist på tid, lågt meritvärde för forskningen, dåliga karriärmöjligheter och en tung administration. Näringslivet pekar på brist på forskande läkare och ett sviktande intresse för samarbete kring kliniska prövningar. Sjukvårdshuvudmännen belyser svårigheterna med att implementera forskningens resultat i en krympande ekonomi. Universiteten efterlyser ökade resurser i form av höjda fakultetsmedel och pekar på den splittrade finansieringen som ett betydande problem. Regeringen har tillsatt en särskild utredare med uppgift att utreda den kliniska forskningens situation. Ett delbetänkande lämnades nyligen, varifrån nedanstående förslag till åtgärder är hämtade²⁴.

Den kliniska forskningen i Sverige står inför en generationsväxling. Under den kommande tioårsperioden förväntas 250 forskarutbildade läkare att gå i pension årligen. För att behålla hög kvalitet inom sjukvård, forskning och utbildning måste detta bortfall av kunskap och erfarenhet ersättas. En betydande nationell satsning på tjänster med tid för forskning behövs därför liksom ett antal nationella forskarskolor.

Infrastrukturen är både den miljö som forskaren arbetar i och de verktyg som forskningen är beroende av. Den är därför avgörande för vilka resultat som presteras. Många av de länder som har ambitioner när det gäller den kliniska forskningen gör nu stora investeringar i infrastrukturen.

Många olika forskningsfinansiärer stödjer klinisk forskning, men ingen av dessa har som tydlig uppgift att stödja implementeringen av forskningsresultaten. Nya läkemedel och behandlingsmetoder når i värsta fall aldrig fram till patienten och vården får ingen kvalitetshöjning. Läkemedelsverkets statistik visar att antalet icke-sponsrade (akademiska) kliniska studier successivt har minskat de senaste åren, vilket hänger samman med att dessa är kostsamma och det saknas tydliga finansiärer. Även industrins bidrag till framsteg inom forskning på hälsoområdet måste ses som en del av implementeringen. Här efterlyser industrin förbättrade möjligheter till

²⁴ Världsklass! Åtgärdsplan för den kliniska forskningen. SOU 2008:7

samverkan med universiteten och sjukvården för att kunna utveckla nya innovationer.

Den medicinska forskningen är inte längre ämnesbaserad och ett projekt kan omfatta allt från molekylärbiologiska experiment till kliniska prövningar. Detta fordrar ett ökat samarbete mellan forskare från olika forskningsområden samt på nationell nivå en myndighet som kan ta ett samlat grepp om hälsoforskningen och identifiera de stora utmaningarna inom området.

Argument för ökat stöd inom området

Det är viktigt att understryka att de föreslagna åtgärderna är nödvändiga för att Sverige ska få full utdelning av de omfattande insatser som redan görs inom området. Flera länder har under senare år gjort stora insatser för att stärka den kliniska forskningen, bl a USA, Storbritannien, Australien och Kanada. Motiven har framför allt varit att ta tillvara de forskningsresultat som tagits fram inom den mer grundläggande forskningen och översätta dem till behandlingsmetoder, diagnostik och läkemedel för ökad hälsa och inte minst för att gynna den inhemska industrin. Enligt Globaliseringsrådets rapport²⁵ är det viktigt att Sverige har en excellent forskning för att globala företag ska finna det attraktivt att förlägga verksamhet till Sverige. Rapporten framhåller bl a området medicin som en betydande framtidsbransch.

OMRÅDEN MED UTVECKLINGSPOTENTIAL

Inom en rad områden finns en stark utvecklingspotential antingen beroende på ett exponentiellt ökande kunskapsbehov eller på att kunskapsutvecklingen pekar på trappstegsutveckling i förståelse och ett paradigmskifte. Investeringar inom dessa områden kommer sannolikt att få stor utdelning. Nedan ges några exempel på sådana områden.

Stamceller och regenerativ medicin

Sverige är ett av de länder i världen som kommit längst både när det gäller forskning kring olika typer av stamceller och behandling av vissa patientgrupper med cellterapi. Forskningen om stamceller har gjort att uppmärksamheten alltmer riktas mot området som kallas regenerativ medicin. Stamceller förväntas kunna användas för att ersätta celler och vävnader i kroppen vid ett stort antal sjukdomar, som t ex Parkinsons, Alzheimers, ryggmärgsskador, hjärt- och kärlsjukdomar, diabetes, syn- och hörselskador. När de olika stegen från stamcell till olika förstadier av specialiserade celler har kartlagts öppnas också nya möjligheter att utveckla läkemedel som kan stimulera bildningen av sådana celler.

Argument för ökat stöd till området

En förutsättning för en framgångsrik stamcellsforskning är humana stamceller med potential att användas i både terapeutiskt syfte i kliniken och i industriella tillämpningar i t.ex. läkemedelsindustrin. Svenska forskare var tidiga med att etablera humana embryonala stamcellslinjer och dessa är

²⁵ Kunskapsdriven tillväxt – en första rapport från Globaliseringsrådet. Ds 2007:38

mycket efterfrågade. I dagsläget finns nästan 60 stamcellslinjer framtagna i Sverige, vilket är flest i världen. Svenska forskare har också tagit fram förfinade odlingssystem för stamceller, som gör att de kan användas för patientbehandling. Ett flertal svenska laboratorier arbetar framgångsrikt med att ta fram metoder för att påverka stamcellers mognad till önskade celltyper, t.ex. nervceller, som ska kunna användas för transplantation vid neurodegenerativa sjukdomar och andra tillstånd där vi idag har otillräckliga behandlingar att erbjuda drabbade patienter. Den svenska framgångsrika stamcellsforskningen har uppmärksammats internationellt och en satsning på området kan förväntas ge stora patientgrupper nytt hopp och nya, effektiva behandlingsmetoder. Ett exempel på att svensk stamcellsforskning håller hög nivå är att den amerikanska forskningsfonden Juvenile Diabetes Research Foundation (JDRF) medverkat till att bygga upp stark forskning inom området.

Systembiologi

Systembiologi bygger dels på de omfattande kunskaper som tagits fram om DNA, RNA, proteiner och andra delar i celler och vävnader, dels på framstegen inom informationsteknologi, hantering av stora databaser och utveckling av gemensamma internationella resurser. Med systembiologi kombineras kunskap från olika områden för att förstå hur olika komponenter samverkar i biologiska system. För att tolka de väldiga datamängder som genereras krävs en tvärvetenskaplig ansats. Systembiologi bygger på samarbeten mellan bl a kliniker, genetiker, experimentella forskare, nanoteknologer, utbildningsexperter, datavetare och statistiker. Kunskapen ger möjlighet att bättre förstå komplexa normala funktioner i kroppen och därmed öka kunskapen om sjukdomars uppkomst och behandling specifikt designat för individens förutsättningar.

Argument för ökat stöd till området

Sverige har stor potential att utveckla området då vi har framstående forskning både inom molekylärbiologi och bioinformatik, stor kunskap inom cellbiologi och genetik och drivande forskningsmiljöer inom kliniken. Inom svensk läkemedels- och bioteknikindustri finns ett stort intresse för systembiologi för att kunna utveckla effektivare läkemedel med färre biverkningar.

Nanomedicin

Nanomedicin är ett nytt, snabbt växande forskningsområde, som befinner sig i gränslandet mellan nanoteknologi, bioteknik och medicin. Forskning inom nanomedicin kommer att ge bättre kunskaper om människokroppen ända ner på atomär nivå och väntas få en rad användningsområden inom både diagnostik och behandling. När det gäller diagnostik arbetar man på att ta fram nya enkla test, som känner igen olika sjukdomar, t ex malaria, tbc eller pneumokockinfektioner. Ett annat användningsområde är behandling av sjukdomar, t ex tumörer, där små fasta partiklar med förmåga att känna igen en viss tumörtyp endast levererar läkemedlet till de sjuka cellerna. Nanostrukturer avses också kunna användas vid genetiska sjukdomar för att föra över friskt genetiskt material till cellkärnan. Regenerativ medicin på

nanonivå kan ge implantat med längre hållbarhet genom att de fungerar bättre tillsammans med kroppens vävnader. En osäkerhetsfaktor är om nanopartiklar kan ha negativa effekter, vilket måste utredas. (Se vidare sidan 75 i avsnittet om forskningsinfrastruktur.)

Argument för ökat stöd till området

Inom en rad länder görs stora satsningar på detta område. För närvarande lanseras ett samarbete inom nanomedicin mellan europeiska forskningsfinansierare, s.k. ERA-net, bl.a. mot bakgrund av att europeisk industri har ökat intresse inom området. Sverige har goda möjligheter att delta, bidra och dra fördel av detta forskningsområde.

Medicinsk teknik - bildteknik

Inom området medicinsk teknik finns flera områden med framtidspotential enligt en utvärdering som gjordes av Vetenskapsrådet, Vinnova och Stiftelsen för strategisk forskning 2006. Ett exempel är den snabba utveckling som sker inom medicinsk bildteknik. Med hjälp av denna teknik kan man ställa tidigare diagnoser, styra behandlingen och följa upp resultatet på ett helt nytt sätt. Genom att sammanföra olika avbildningstekniker kan man få fram multidimensionella data.

Argument för ökat stöd till området

Forskning inom området förväntas ha betydelse för alla typer av sjukdomar, medföra en mer kostnadseffektiv hälso- och sjukvård och bidra till utveckling av nya produkter. Det är t ex möjligt att följa hur hjärtklaffarna arbetar, studera blodflöden och tryckförändringar i kranskärlen vid hjärt- och kärlsjukdomar. Utvecklingen av avbildningsteknikerna har också lett till nya användningsområden, t.ex. virtuella obduktioner och förbättrad anatomiundervisning på universiteten. Sverige bör ta till vara möjligheter att bättre utnyttja den framstående forskning som finns i samarbetet mellan klinisk, biomedicinsk och teknisk forskning.

SAMMANFATTNING – SATSNING PÅ MEDICINSK FORSKNING GER UTDELNING

Svensk medicinsk forskning har en stark position i den globala konkurrensen. Sverige har historiskt sett bidragit till förbättrad hälsa väl över sin relativa storlek jämfört med andra länder.

Svensk medicinsk forskning har fortfarande hög kvalitet, och inom en rad områden ligger den i ett internationellt perspektiv på högsta konkurrenskraftiga nivå. Det finns också i landet unika förutsättningar för medicinsk forskning inom vissa områden som bör tas till vara. Kombinationen av en väletablerad forskarkår och goda strukturella förutsättningar för att bedriva forskning gör det medicinska området synnerligen väl lämpat för offensiva satsningar. I områdesexemplen ovan ges en ungefärlig uppskattning av hur många disputerade forskare som är verksamma inom de olika forskningsfälten (2006 års siffror). Det är viktigt att framhålla att resultat från studier av grundläggande mekanismer ofta är en förutsättning för framgångsrik forsk-

ning inom de sjukdomsinriktade områdena. Det gäller t.ex. forskning inom cell- och molekylärbiologi, biokemi, genetik och utvecklingsbiologi med minst 450 disputerade forskare i landet.

Under det senaste decenniet har traditionellt starka forskningsnationer och de med nya ekonomiska förutsättningar investerat starkt i medicinsk forskning. I avsaknad av motsvarande offensiv investering har dock Sveriges position gradvis försämrats. För att bygga vidare på tidigare investeringar inom medicinsk forskning samt utnyttja de komparativa fördelarna är betydande investeringar väl motiverade.

En offensiv satsning på svensk medicinsk forskning skulle ge flera positiva effekter. Den skulle vara väl motiverad för syftet att förbättra kvaliteten i hälso- och sjukvården. Den skulle också utgöra en central beståndsdel för att i framtiden få ett livskraftigt medicinrelaterat näringsliv. Sist men inte minst skulle en sådan investering bidra till ett förbättrat hälsoläge, i Sverige och globalt.

Strategisk forskning om framtida teknologier, livets byggstenar och globala förändringar

Centrala delar av det natur- och teknikvetenskapliga området förekommer flitigt i visioner och strategier för internationella forskningsfinansierade organisationer och akademier runtom i världen. Möjligheterna att skapa en hållbar samhällsutveckling med begränsad klimatpåverkan kräver nya lösningar för vår energiförsörjning. Grundforskningen kan ge de radikalt nya lösningarna på lång sikt. När exempelvis den amerikanska "National Academy of Engineering Sciences" formulerar framtidens stora utmaningar finns nanovetenskapen med som ett centralt element i framtida lösningar för flera av utmaningarna. Även för den utmaning som fått den handfast tillämpade rubriken "Make solar energy economical" betonas grundvetenskapliga angreppsmetoder och grundforskningstunga områden som artificiell fotosyntes, nanostrukturerade material och nanokristaller för solcellsanvändning.

Natur- och teknikvetenskapens banbrytande framsteg under det 21:a århundradet kommer att i grunden förändra våra levnadsvillkor. Klimatforskningen måste förse oss med verktyg för att förutse och planera för effekterna av de pågående klimatförändringarna, men teknikvetenskapen måste också förse oss med lösningar för att dämpa den antropogena globala uppvärmningen.

Biovetenskaperna fortsätter att utvecklas snabbt och de molekylära livsvetenskaperna ger nya förutsättningar för bl.a. nya medicinska framsteg. Här, liksom i nanovetenskapen, krävs nya verktyg för den forskning som ska kunna konkurrera i den internationella forskningsfronten. De nya och planerade stora forskningsanläggningarna, såsom ESS, MAX-IV, XFEL etc., blir centrala redskap i den många gånger gränsöverskridande forskningen. Även för de två övriga områden som presenteras nedan, e-vetenskap och naturvetenskaplig klimatforskning, spelar forskningsinfrastrukturen och dess snabba utveckling en stor roll.

Den breda satsningen som gjordes i förra forskningspropositionen på teknikvetenskap har på ett mycket väsentligt sätt förbättrat möjligheterna till en kvalitetsdriven, långsiktig teknikforskning. Sådan kvalitativ forskning är av central betydelse för svensk industris innovationsförmåga och möjligheter att rekrytera kvalificerad personal till sina forskningsavdelningar, och därmed för företagets långsiktiga vilja att etablera och behålla sådana forskningsavdelningar i Sverige. Detta berör framtiden för svensk industri inom bl.a. telekom, fordon, medicinteknik och verkstad. Modeller och simulering (för t.ex. virtuella system, produkter och processer) och matematik i stort, är viktiga pusselbitar för ingenjörssamfundets och industrins konkurrenskraft, kvalitet och effektivitet i innovationsförmåga, produktutveckling och produktion.

Den virtuella ingenjörskonsten är en del av den moderna e-vetenskapen som också sträcker sig över stora delar av naturvetenskapen liksom delar av samhällsvetenskap och medicin. Möjligheterna med e-vetenskap förändrar

hela förhållningssättet till forskningens gränser inom områden såsom materialvetenskap, bioinformatik och partikelfysik.

Forskningsinfrastrukturen, med stora anläggningar, instrument och datorresurser, förstärker internationaliseringen i form av stora forsknings-samarbeten. Internationaliseringen yttrar sig också i form av ökad internationell konkurrens om resurserna inom såväl tillämpad forskning som grundforskning och det är av yttersta vikt att det inhemska forskningsstödet struktureras så att svenska forskare ges bra möjligheter att tävla om dessa medel inom EU:s ramprogram och det europeiska forskningsrådet ERC.

Forskningsfronterna inom natur- och teknikvetenskap är många och svensk forskning står sig väl inom många delområden. I VR-rapporten "Hur mycket citeras svenska publikationer?" görs en jämförelse mellan lands-medelvärden för (fältnormaliserade) citeringsfrekvenser i olika vetenskapsområden. Teknikvetenskapen är det område som där ligger högst med en citeringsfrekvens för svenska publikationer som ligger c:a 30 % över världsgenomsnittet, tätt följd av naturvetenskapen. Som exempel inom natur- och teknikvetenskapen kan sägas att flera av nanovetenskapens delområden klarar sig mycket bra i detta avseende. De svenska publikationerna inom materialvetenskap är c:a 60 % mer citerade än världsgenomsnittet. Även biologi- och kemiområdena klarar sig här mycket bra (c:a 40 % över världsgenomsnittet). De svenska forskargruppernas styrka inom de fyra nedan diskuterade områdena illustreras också av att en stor del av Vetenskapsrådets Linnéstöd inom natur- och teknikvetenskap faller inom dessa områden.

Vetenskapliga beräkningar – e-vetenskap

Stora delar av natur- och teknikvetenskapen berörs av e-vetenskapen. Utvecklingen av möjligheterna att göra stora vetenskapliga beräkningar har i grunden förändrat forskningens verktyg och vår syn på vad som är möjligt att nå vetenskapliga insikter i. De stora datamängder som skapas genom stora datorsimuleringar av den fysiska verkligheten öppnar idag en väg som ibland kompletterar, ibland helt ersätter fysiska experiment. Analyser av enorma datamängder skapar nya utmaningar inom allt från modern partikelfysik till bioinformatik och modern virtuell ingenjörskonst. Den senare håller på att revolutionera även industriell forskning och utveckling.

Området e-vetenskap kan delas upp i tre delområden: (1) tillämpningar inom t.ex. kemi, fysik, materialvetenskap, nanovetenskap, flödesdynamik, strukturmekanik, klimatmodellering och biovetenskaper. Inom naturvetenskapen är beräkningar (simuleringar, modellering) idag den tredje forskningsmetodiken tillsammans med experimentella och teoretiska studier, (2) metoder för effektiv användning av (super)datorer, datalagring och nätverk. Det kan gälla nya numeriska metoder och algoritmer för dagens och framtidens nya processorer och deras komponenter, samt (3) infrastruktur, dvs. hårdvara för beräkningar, datalagring samt nätverk.

En framgångsrik forskning inom tillämpningsområdena beror i mycket stor utsträckning på tillgången till expertis inom beräkningsvetenskap och tillgång till hårdvara. Ett effektivt utnyttjande av forskningsresurser kräver en balans i finansieringen av dessa tre områden. Här fokuserar vi på tillämpningsområdena samt delvis på beräkningsvetenskap medan vi hänvisar till KFI:s beskrivning av behovet av infrastruktur.

De stora utmaningarna finns inom följande områden:

Klimatforskning: De modeller som används idag är fortfarande behäftade med stor osäkerhet i prognoser för t.ex. klimatets påverkan av utsläpp av växthusgaser. Såväl modellerna som algoritmer och tillgången till beräkningskraft är begränsande faktorer i detta sammanhang. Även utveckling av databaser spelar stor roll för klimatmodellering. Ur ett samhällsperspektiv är det naturligtvis av avgörande betydelse att man har tillförlitliga prognoser som underlag för de politiska beslut som måste tas i denna viktiga fråga.

Materialforskning (omfattar fysik, kemi och nanovetenskap): Nya material, framförallt nanostrukturerade material, har en enorm potential att bidra till en hållbar utveckling. Det gäller t.ex. material för solceller, material som tål höga temperaturer vilket skulle förbättra verkningsgraden hos jetmotorer och material för bättre batterier. Inom vart och ett av dessa områden spelar simuleringar och beräkningar en avgörande roll. Med dagens och morgondagens beräkningsmetodik kan materialstruktur och egenskaper simuleras och steget till experimentell verksamhet kan tas i en senare fas av utvecklingsarbetet. Detta både snabbar upp och minskar kostnaderna för utveckling, samtidigt som möjligheten att hitta ideala materialsammansättningar ökar.

Partikelfysik: Forskningen är främst inriktad mot att lagra och analysera data som kommer från detektorer kopplade till partikelacceleratorer som t.ex. LHC på CERN. Här är det fråga om relativt enkla beräkningar, som dock måste göras på en enorm mängd data. För att möjliggöra analys av dessa datamängder har man utvecklat teknik för att distribuera dessa data och beräkningar via en s.k. grid till ett stort antal beräkningscentra över hela världen.

Flödesdynamik: Optimering av strukturer för design av t.ex. flyg och höghastighetståg spelar stor roll för energiminimering och säkerhet. Speciellt problem som har att göra med turbulens är oerhört komplexa och kräver mycket stor beräkningskraft. Morgondagens datorer kommer att kunna leverera denna kraft vilket leder till mycket bättre simuleringsresultat och en ökad användning av ”numeriska vindtunnlar”.

Biovetenskaper: Inom biovetenskaper ryms simuleringar från molekylnivån till gener, celler, organ och hela organismer (inkl. människokroppen). Den molekylära nivån omfattar framtagning av läkemedel och proteinsimuleringar m.m. Genetik- och bioinformatikområden har exploderat under senare år och är starkt beroende av både databaser och beräkningskraft. Simulering av hjärna och hjärta har också utvecklats oerhört och man kan idag t.ex. simulera hjärtat med utgångspunkt från data från magnetkameror och tolka dessa simuleringar i termer av risker för t.ex. hjärtinfart. Även sjukdomsförlopp och smittspridning är områden där simuleringar idag har stor betydelse.

Nationellt perspektiv

Sverige har idag en mycket stark ställning inom ett antal naturvetenskapliga och tekniska tillämpningsområden kopplat till e-vetenskap: klimatmodellering, materialvetenskap, partikelfysik, flödesdynamik, beräkningskemi, nanovetenskap och biovetenskap. Stora beräkningsresurser finns vid flera nationella datorcentra. Vetenskapsrådets kommitté SNIC fördelar idag dessa resurser till mer än 300 användare i dryga 50-talet forskargrupper. Totalt finns c:a 400 aktiva forskare inom e-vetenskap i Sverige och år 2007 fördelade Vetenskapsrådet c:a 200 miljoner till området, fördelade på 67 projektbidrag och ett antal forskarassistentanställningar, forskarskolor, m.m.

Sverige var mycket tidigt ute med att införa klusterteknologi och gridteknologi, vilket lett till ett effektivt utnyttjande av resurser, t.ex. har de nordiska länderna tillsammans och mycket framgångsrikt kunnat driva en s.k. Tier 1 (större datorresurs prioriterad på europeisk nivå) för beräkning och lagring kopplad till gridverksamheten vid CERN. Även biovetenskap och beräkningskemi är idag stora användare av gridresurser.

Internationellt perspektiv

Många länder runt om i världen satsar idag stort på e-vetenskap. Även på europeisk nivå, inom EU:s ramprogram och vid ERC, finns det tydliga strategier med avsikt att stärka detta område. Det är kanske det forskningsområde som utvecklas snabbast idag och där potentialen för att göra framsteg både inom grundforskning och inom tillämpad forskning är mycket stor. De europeiska planerna för EU-gemensamma investeringar i stora datoranläggningar och nätverk är nämnda ovan och öppnar ett brett spektrum av möjligheter för svenska forskare att vara med i forskningsfronten för vetenskapliga beräkningar.

Effekter av ökat stöd till området

En nation med ambitioner att synas i den internationella forskningsfronten måste ha en tydlig strategi för att med framgång kunna konkurrera om medel. En sådan satsning måste stödja forskning inom tillämpningsområdena, och kopplat till dessa, även metodutveckling och hårdvara i form av beräkningskluster, lagring samt nätverk. Forskningsprogram som ger ett samlat stöd inom dessa tre områden är att föredra, men där tonvikten läggs på tillämpningsområdena, vars behov skall vara kopplat till satsningen på metodutveckling och hårdvara.

Satsningarna bör omfatta de delområden som nämnts ovan. Det finns mycket starka svenska forskargrupper inom alla dessa delområden och det är också områden som internationellt har goda chanser att attrahera ytterligare anslag som komplement till en svensk satsning. Man kan med fördel låta medelstildelningen ske i konkurrens mellan områdena så att forskningen med störst potential oavsett område också har störst chans att få stöd. Man bör också försäkra sig om att svenska forskare är aktiva i utnyttjandet av europeisk infrastruktur i form av grid och kapacitetsresurser. Detta kan ske via riktade stöd som ges till de grupper som i konkurrens med andra europeiska forskare får tillgång till de absoluta toppresurserna som kommer att finnas tillgängliga på Europainivå.

Nano-vetenskap

Nanoteknologi är ett globalt forskningsområde som har en nyckelroll i alla internationella forskningsråd. Svensk industri och akademi har varit banbrytare inom området redan lång tid innan nanovetenskap blev ett begrepp. Detta har bl.a. manifesterat sig i högteknologiska material (t.ex. specialstål) och den grundläggande forskningen inom naturvetenskap och teknik har gett en internationell konkurrensfördel. I och med förfinade analys- och processinstrument har nanoskalan blivit mer påtagligt tillgänglig och visualiserad vilket har inspirerat till beteckningen ”nanoteknologi-era” för dagens situation inom stora delar av material- och elektronikforskning, m.m. Sverige har genom sin fast förankrade och etablerade verksamhet inom

området ett mycket gott utgångsläge med matchande kompetens inom akademi och industri.

Inom nanovetenskapen finns många olika inriktningar som spänner över fysik, kemi, biologi och medicin. Några exempel på inriktningar är nanostrukturerade material, nanoelektronik, nanomagnetism, nanooptik, nanopartiklar för riktad medicinering, kolnanorör och deras olika användningsområden och kvantdatorer. Kvantdatorer är ännu närmast att betrakta som science fiction, men forskningen går snabbt framåt och möjligheten att skapa kvantdatorer i framtiden öppnar svindlande perspektiv för bl.a. området vetenskapliga beräkningar. Forskningen kring biologiska risker med exempelvis nanopartiklar får inte glömmas bort.

Nationellt perspektiv

Mycket starka, internationellt framstående forskningsmiljöer i Sverige har under det senaste decenniet byggts upp inom nanovetenskapen med inriktning mot såväl kemiska tillämpningar som material, energi och elektronik (vilket visats i både områdesutvärderingar och bibliometriska analyser). Det är värt att notera att det ofta är utvecklingen av nya och avancerade analys-, mät- och processmetoder som internationellt sett har gett ett försprång och en särställning.

Idag har nanovetenskapen även nått universitetsutbildningens grundnivå inom en del universitet och vissa delar av nanomaterialforskningen har nått industriell tillämpning i Sverige, men forskningsfältet är ändå bara i början av produktionen av praktiskt användbara resultat. Utmaningarna är många och potentialen enorm för framtida forskningsgenombrott.

Stödet till nanoforskning i Sverige år 2007 uppgick till c:a 260 miljoner kr, varav Vetenskapsrådet stod för c:a 140 miljoner kr. Det övriga stödet kommer från Strategiska Forskningsstiftelsen och VINNOVA. På två år har stödet till detta område från Vetenskapsrådet dubblats, men internationellt har området vuxit explosionsartat och med den kompetens som nu vuxit fram i Sverige finns en utmärkt möjlighet att expandera detta område på ett fruktbart sätt.

Internationellt perspektiv

Dåvarande president Clinton signerade redan år 2001 ett nanovetenskaps- och nanoteknologiinitiativ, vilket starkt bidrog till ett snabbt ökande intresse för området, både i USA och i omvärlden. I visionen från den amerikanska "National Academy of Engineering" om "Engineering's Grand Challenges" finns flera exempel som tydligt vilar på tankar om framtida framsteg inom nanovetenskapen. Flera av utmaningarna är av mycket tillämpad karaktär, men trots detta förs sedan resonemangen kring grundforskningstunga områden som artificiell fotosyntes, nanostrukturerade material och nanokrystaller för solcellsanvändning. I texten till en annan av utmaningarna, "Provide access to clean water", diskuteras nanoteknikens möjligheter till helt nyskapande metoder för avsaltning av havsvatten genom nano-osmos som är ett huvudtema inom det brännande problemet med världens framtida vattenförsörjning. I många andra strategier från EU, USA och Asien är nanovetenskapen ett centralt område för föreslagna framtida satsningar. Stora laboratorier för nanoforskning byggs upp i alla dessa delar av världen.

Effekter av ökat stöd till området

I Sverige finns många starka forskningsmiljöer inom detta område, vilket gör detta till ett lämpligt satsningsområde (delvis med energianknytning). Utlysningar inom ett sådant område där de olika miljöerna och forskargrupperna får konkurrera om större bidrag (rambidrag/miljöstöd) skulle kunna vara kvalitetsdrivande för denna forskning i Sverige. Som en illustration av den senaste utvecklingen inom detta område, och av att Sverige kan vara en viktig och tongivande aktör, kan noteras att den troligen första större internationella konferensen på temat nanoteknologi för hållbar energi kommer att arrangeras i Österrike sommaren 2008 med en svensk forskare som ordförande.

Satsningen på ny forskningsinfrastruktur lyfts fram som mycket angelägen i Vetenskapsrådets strategi och ett stort antal olika engagemang är aktuella. Nyligen gjorde KAW-stiftelsen en stor satsning på de svenska renrumsanläggningarna genom den sammanhållande organisationen MyFab. Detta kommer att ge ännu bättre möjligheter att utveckla den bästa forskningen inom bl.a. nanovetenskap. De nu planerade anläggningarna MAX-IV och ESS kommer, om de förverkligas, att ekonomiskt vara exceptionellt stora forskningssatsningar. För att på bästa sätt dra nytta av dessa resurser för framtida svensk forskning behövs nysatsningar inom områden som är centrala i användningen av dessa anläggningar. Svenska forskare kommer också ha stora intressen i den tyska röntgenfrielektronlaseranläggningen XFEL. För alla dessa tre anläggningar gäller att nanovetenskapen är helt central, med dess mångfasetterade möjligheter, inte minst inom energi- och materialtillämpningar. Här kommer även olika delar av livsvetenskapen in (med bl.a. molekylärbiologiska frågeställningar). Den forskning som kommer att utföras vid dessa anläggningar kommer att vara sprungen ur framstående miljöer vid ett antal olika universitet. Nya konstellationer bör komma till medan andra utvecklas från ledande forskningsmiljöer som idag finns vid flera av de stora universiteten. Även nationell kompletterande infrastruktur inom analys-, mät- och processvetenskap är nödvändig för att optimera nyttan av de stora anläggningarna och möjliggöra att Sverige når framtida konkurrensfördelar på en global arena.

De molekylära livsvetenskaperna

De molekylära livsvetenskaperna innefattar allt från kartläggning av gener till integrerad biologisk förståelse. Under de sista decennierna av förra seklet sågs en revolution äga rum inom biologi – möjligheterna att kartlägga organismers hela genom (DNA) realiserades. Vad som länge var en dröm, att kunna avläsa hela den genetiska koden för människor och i princip för alla levande varelser, blev möjligt, och idag finns denna information tillgänglig i form av databaser för många olika organismer. Detta har gett och ger oss oerhört detaljerad kunskap om den genetiska information som styr organismers uppbyggnad och detta leder till nya insikter för såväl grundforskning som för industriella och medicinska tillämpningar.

Tillgången till genomkartorna har emellertid lett till en ny revolution inom livsvetenskaperna: insikten att även fullständig kunskap om genomets sekvens (genomiken) inte ensamt kan förklara de fenomen som kan observeras i livsprocesserna inom och omkring oss. Denna nya insikt har därför lett till framväxten av nya inriktningar såsom proteomik och metabolomik (förståelsen av de proteiner och cellkomponenter som står i ständigt

dynamiskt samspel) samt till bioinformatik och systembiologi. Dessa senare inriktningar, som kräver förståelse av komplexa samverkande nätverk, är starkt avhängiga av samverkan med matematik inom beräkningsbiologi.

Men de stora utmaningarna är nu att kunna förstå och utnyttja detta nya vetande. Genom kunskapen om hela genomets sekvens insåg man att det finns tusentals proteiner vars existens aldrig hade förutspåtts genom traditionella biokemiska och cellbiologiska metoder och vars funktioner idag därför är okända. Frågeställningar som rör vad som händer med proteinernas funktioner när enstaka mutationer ändrar deras uppbyggnad kan nu också undersökas på ett systematiskt sätt, d.v.s. vi kan övergå från att fråga oss vad som utgör skillnaderna mellan de olika arterna till att fråga oss varför vi är olika sinsemellan på individnivå. Behovet av att förstå de komplexa interaktionerna mellan cellens alla komponenter framstår mer och mer tydligt, liksom behovet av att förstå cellernas interaktioner med sina omgivningar i uppbyggnaden av vävnader och organismer. Vi måste med andra ord nu analysera genomet i dess funktionella form.

Således har det som under förra seklet sågs som slutpunkten, framtagningen av den fullständiga genom-sekvensen, istället blivit utgångspunkten för det nya seklets molekylära livsvetenskap: målet att nå en integrerad biologisk förståelse.

Nationellt perspektiv

Sverige är respekterat inom livsvetenskaperna men riskerar att tappa sin ställning. De molekylära livsvetenskaperna – i bred bemärkelse – utgör knappt en femtedel av ÅR-NT:s budget. Sverige är en väl ansedd nation inom denna typ av forskning men den internationella konkurrensen är hård då området uppfattas som en tänkbar motor i olika typer av industrier. Detta gäller i synnerhet i de starka asiatiska ekonomierna (Indien, Kina) där mycket stora resurser investeras främst för utveckling av biotekniken. Sverige har fortfarande en möjlighet att vara med i forskningsfronten, baserat på vår grundläggande förståelsestradition. Det finns stark forskning vid samtliga större svenska universitet, men många grupper är svårt underfinansierade och Sveriges ställning bland de ledande nationerna är därför starkt hotad. Sveriges nuvarande ställning är i hög grad baserad på framsynta satsningar på grundläggande forskning under 1970- och 80-talet, satsningar som genomfördes i en tid då de tekniska och ekonomiska potentialerna inte alls var självklara. Om Sverige fortsatt skall vara en respekterad nation inom denna del av vetenskapen bör de ledande grupperna inom dessa områden kunna tilldelas anslag av en storleksordning som gör att de kan koncentrera sig på forskningsuppgiften istället för att ständigt söka anslag från alternativa källor. Detta bör kunna ske utan att basen för framtiden förlorar sina tillväxtmöjligheter, nämligen den framväxande forskningen, vilken ofta från början är karakteriserad av fokuserat arbete i små och ännu icke etablerade forskargrupper.

Internationellt perspektiv

De molekylära livsvetenskaperna utpekade internationellt som basen för detta århundrades vetenskapliga utveckling. De molekylära livsvetenskaperna, en samlingsterm för alla de ovan nämnda områdena, utgör ett oerhört dynamiskt utvecklingsområde hos såväl alla traditionella som nya kunskapsnationer. Det är uppenbart när man läser tal av rektorerna för de stora amerikanska universiteterna att de har anledning att anse att *det tjugoförsta århundradet blir biologins århundrade* och de satsar således därefter. Det kan inte förnekas att

forskningsfronten idag finns hos de stora amerikanska universiteten vars ekonomiska förmåga är oöverträffad. Inom de mest kostnadskrävande satsningar som fortfarande ofta är av beskrivande eller kartläggande natur har Sverige knappast möjlighet att konkurrera, även om Sverige nu har en stor satsning inom proteomikområdet. Helt annorlunda är det när det rör sig om den grundläggande forskningen där Sveriges vetenskapliga traditioner fortsatt ger oss ett bra utgångsläge och goda möjligheter att kunna expandera på ett kompetent sätt.

Effekter av ökat stöd till området

De molekylära livsvetenskaperna är kostnadskrävande. För en vidareutveckling av en stark forskning inom de molekylära livsvetenskaperna krävs satsningar på excellens inom de traditionella forskningsområdena och stimulans för att dessa områden ska samverka i högre utsträckning än för närvarande. Detta gäller t.ex. växelverkan mellan biologi och matematik. Livsvetenskaperna är kostnadskrävande inom de beräkningsbiologiska områdena med krav på mycket högpresterande datorer men också inom de laborativa delarna med ny högteknologisk instrumentation och dyrbara experiment. Utrönandet av funktionen av de tusentals hittills okända generna kommer bl.a. att ske genom inaktivering av dessa gener i modellorganismer. Karakterisering av de uppkomna nya stammarna kräver stora investeringar i infrastruktur men detta är vägen mot förståelsen av hela den delen av genomet vars funktion hittills varit förborgad för oss.

Att satsa på de molekylära livsvetenskaperna ger mångdubbelt tillbaka. På ett pragmatiskt plan kommer satsningar inom de molekylära livsvetenskaperna i Sverige att kunna leda till att svensk forskning blir mer konkurrenskraftig internationellt. I synnerhet är detta aktuellt nu när det europeiska samarbetet har lett till tillkomsten av "European Research Council" där konkurrensen äger rum på enbart vetenskapliga kriterier och där den framgångsrika svenska forskningen som uppkommer till följd av satsningarna på livsvetenskaperna starkt ökar sina möjligheter att framgångsrikt konkurrera om dessa anslag.

Ett ökat stöd till de molekylära livsvetenskaperna kommer att leda till ökad kunskap som kommer att möjliggöra överföring av systembiologi från modellsystem av jäst till relevanta växtsystem och humana system. Ett ökat stöd kommer att leda till nya rön som kan omsättas i form av industriella tillämpningar inom breda samhällssegment: inom växtforskning för bättre och dugligare grödor för att lösa bristen på global födotillgång, inom "nutraceuticals och functional foods" för bättre livskvalitet samt inom läkemedelsindustrin för bättre hälsa i alla världsdelar. Det är anmärkningsvärt att de stora framstegen inom livsvetenskaperna endast i begränsad omfattning har resulterat i nya läkemedel baserade på nya principer. Här bör svensk forskningstradition ha goda möjligheter att överbrygga gapet mellan nya insikter i biologin och utvecklingen av principiellt nya läkemedel. Dessutom skulle ett ökat stöd även leda till en ökad utveckling av och efterfrågan på avancerad utrustning och tekniska utvecklingar som kan kommersialiseras, såsom biosensorer, biologiska tillämpningar av "lab-on-a-chip"-teknologi och cellulär bioteknologi. Ett förstärkt stöd till livsvetenskaperna kommer således mångdubbelt hela samhället tillgodo.

Naturvetenskaplig klimatforskning

Eftersom klimatet, med sina komplexa och mångfasetterade processer och deras effekter på jordens olika system, är ett så omfattande begrepp är det svårt att ge en kortfattad översikt av detta. Den naturvetenskapliga delen av klimatrelaterad forskning berör främst många olika geovetenskapliga forskningsområden – naturgeografi (meteorologi, hydrologi, oceanografi, glaciologi, klimatologi), geologi, geofysik – men också flera ekologiska, kemiska och fysiska forskningsområden liksom t.ex. datavetenskap med det alltmer ökade behovet av modellering. Eftersom geovetenskap i sig själv är tvärvetenskaplig omfattar geovetenskapens klimatforskning ofta gränsområdena mot andra ämnesområden.

Generellt kan man dela in forskningen i fyra olika men ofta mycket överlappande fack: (1) forskning om dagens klimatprocesser, både jordens interna och externa/extraterrestra processer, (2) forskning om klimatets effekter på och samverkan med jordens olika system – biosfären, geosfären, atmosfären, hydrosfären (inkl. haven) och kryosfären (glaciärer), (3) forskning om klimathistoria och därmed ökad kunskap om olika processer och effekter i längre perspektiv, samt (4) modellering och simulering av klimatscenarier.

Nationellt perspektiv

Antalet forskare (projektägare) med bidrag från Vetenskapsrådet inom klimatområdet är för närvarande ca 70. Totalt rör det sig om ett par hundra forskare. Vetenskapsrådet tillfördes genom den forskningspolitiska propositionen 2004 särskilda medel för *Forskning till stöd för hållbar utveckling*, där bl.a. klimatforskning ingår. Fullt utbyggd omfattar hela satsningen (fr.o.m. 2008) 50 miljoner kr per år. Av de totalt 55 projekten som VR har finansierat inom denna ram, hör 41 ämnesmässigt till naturvetenskap och teknikvetenskap. Satsningen på hållbar utveckling har inneburit en väsentlig förstärkning, i det närmaste en fördubbling, av grundläggande klimatforskning finansierad via projektstöd av Vetenskapsrådet, vilken normalt har uppgått till ca 20 miljoner kr per år.

Svensk forskning ligger väl framme inom de flesta av de berörda ämnesområdena och ligger vid den absoluta forskningsfronten inom många områden. Detta kan förklaras med att Sverige har haft en lång och mycket framgångsrik tradition inom området. Några exempel på detta är att Svante Arrhenius var växthuseffektens upptäckare, att fundamentala fenomen som Rossby-vågor och Ekman-spiralen upptäckts av svenska forskare, att Albatrossexpeditionen (1947-48) var föregångare till dagens oceanborrningar och bl.a. ledde till viktiga insikter om kolcykeln, att IGBP (internationella geobiosfärsprogrammet) i mångt och mycket var ett svenskt initiativ och att dess sekretariat sedan 1989 varit placerat i Sverige (KVA) samt att Bert Bolin var en av grundarna av FN:s klimatpanel IPCC. Bolin var dess förste ordförande 1988-97 och var under 20 år en av världens mest inflytelserika klimatforskare. Det är också noterbart att det europeiska isborrningsprojektet EPICA, där Sverige ingår, nyligen fick EU:s Descartespris för framstående forskningssamarbete i Europa, med ”enastående resultat om dåtida klimatförändringar”.

Områden där Sverige idag ligger långt framme inom den naturvetenskapliga delen av klimatforskningen är inom meteorologi, klimatmodellering, paleoklimatologi, paleolimnologi, samt inom forskning om aerosoler,

solaktivitet och kosmisk strålning, kolcykelns biogeokemiska processer och relationen mellan ekosystem och klimat.

Internationellt perspektiv

Internationellt sett har klimatforskning upplevt en kraftig expansion under de senaste ca 20 åren. Det är förståeligt nog omöjligt att ge en exakt siffra på hur stort området är, men exempelvis var 2007 års AGU-konferens (American Geophysical Union) i San Francisco besökt av 14 000 forskare varav ca hälften arbetar med någon aspekt på klimatforskning. Denna årliga (och största) geovetenskapliga konferens har ökat med 50 % de senaste fem åren och AGU har idag 50 000 medlemmar. Den likaledes klimatdominerade årliga EGU-konferensen (European Geophysical Union) i Wien attraherade 8 000 forskare i fjol, och ämnet är ett av de snabbast växande forskningsområdena, där USA är den helt ledande nationen. Flera västeuropeiska länder, såsom Storbritannien, Frankrike och Tyskland, ligger också långt framme, liksom Japan och Kanada, och bland de mindre länderna är de tre skandinaviska länderna i toppklass. Kina har på senare år satsat allt mer på denna typ av forskning och fortsätter utvecklingen med oförminskad kraft kommer Kina snart att, tillsammans med USA, dominera området.

En viktig anledning till expansionen inom fältet hänger förstås samman med globala förändringar och IPCC-rapporterna. Den intensifierade forskningen har också ökat insikten om hur komplexa och sammanvävda jordens olika system är och att vi måste lära oss mycket mer om dessa för att människan skall kunna skapa en uthållig utveckling i harmoni med jordens olika processer. Det är alltså ingen tillfällighet att perioden 2007-2008 har utsetts till det Internationella Polaråret (IPY) och att FN har utnämnt år 2008 till International Year of Planet Earth (IYPE) och med klimat som ett huvudtema i båda fallen.

Effekter av ökat stöd till området

Det grundläggande argumentet för att stödja denna forskning baseras på ett fundamentalt faktum: Moder Jord är vårt hem. Oron för pågående och framtida klimatförändringar, i kombination med det ökade trycket på jordens resurser och ekosystem – i takt med det ökade befolkningstrycket – har lett till insikten att vi måste öka kunskaperna om jordens olika processer och effekterna av dessa. Eftersom klimatet är kopplat till de flesta av jordens ofta mycket komplexa och sammanvävda processer är det ett forskningsfält som kräver mödosamt, och ofta långvarigt, insamlade data och kunskaper. Dessutom kan man säga att jordklotet och dess utveckling är många klimatforskarens ”laboratorium”. Storleken på detta är ju gigantisk: omfattningen av jordens olika sfärer är enorm och när den fjärde dimensionen – tiden – också ingår i ”laboratoriet” blir den potentiella datamängden närmast oändlig. Gradvis insamling och successivt ökad kunskapsnivå gör att forskningen är långvarigt resurskrävande. Det är också viktigt att denna utveckling av klimatforskningen går hand i hand med de närmast explosionsartade möjligheterna med datorbaserad modellering.

På grund av komplexiteten inom klimatrelaterad forskning kommer precisionen och kvaliteten gradvis att öka med ökade resurser. Eftersom forskningsfältet till sin natur är mycket brett – och den breda kunskapen är nödvändig – är en ökad volym av kunskaperna helt oundgänglig för en progressiv utveckling och för ambitionerna att ligga vid den internationella forskningsfronten.

Exemplen är många på vad som behövs inom forskningsområdet (förutom fler forskare): dyr och alltmer avancerad analysutrustning av kemisk, fysisk och biologisk karaktär samt mer sofistikerad teknisk och geofysisk utrustning inklusive teknisk personal, medel för komplex och tung logistik (expeditioner), ökade medel för avancerade datorkörningar samt inte minst ökad finansiering av nydanande forskningsprojekt. Ett stort problem inom klimatforskningen är att den genererar mycket stora datamängder varför forskningen skulle vara synnerligen behjälpt av att någon organisation, av typen NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) i USA, inrättas för att bygga upp, handha och utveckla klimatrelaterade databaser. Detta skulle vara synnerligen värdefullt, inte bara för forskarna, utan också för samhället i stort: det har t.ex. beräknats att NOAA:s produkter och service påverkar mer än 30 % av USA:s BNP.

Utbildningsvetenskap – för kunskap och lärande

Inom utbildningsvetenskaplig forskning finns en potential att utveckla forskning i skärningspunkter där forskning, praktik och politik möts. Sådan forskning som kan möta de nya krav den globala samhällsutvecklingen ställer på kunskap och lärande i förhållande till t.ex. klimat- och mångfaldsfrågor. Dessa frågor kan innebära utveckling av såväl kognitiva modeller, kritisk analytisk förmåga som utveckling av konkreta verktyg och handlingskompetenser.

Utbildningsvetenskap har under de år Utbildningsvetenskapliga kommittén (UVK) verkat formats till ett samlingsbegrepp inneslutande olika inriktningar av forskning om utbildningssystem, undervisning, lärandeprocesser och kunskapsbildning. Utbildningsvetenskap har blivit en i allra högsta grad institutions- och fakultetsövergripande angelägenhet. Till exempel visar en särskild genomgång av forskningen vid Uppsala universitet år 2003 att forskning och forskarutbildning med utbildningsvetenskaplig relevans redan då förekom inom många ämnen och vid många av universitetets institutioner. Spännvidden var stor, från fysikdidaktik vid Fysiska institutionen till livs- åskådningsstudier vid Teologiska institutionen. Samtliga fakulteter med undantag för den farmaceutiska var berörda.

I den forskningspolitiska propositionen *Forskning och förnyelse* (2000) gavs UVK rollen att öka kunskaperna om utbildning och lärande i vid mening. Det underströk vikten av förståelsen för hur ny kunskap bildas, utvecklas, tas emot och används, liksom förståelsen av villkoren och förutsättningarna för lärande i olika sammanhang under olika skeden i livet.

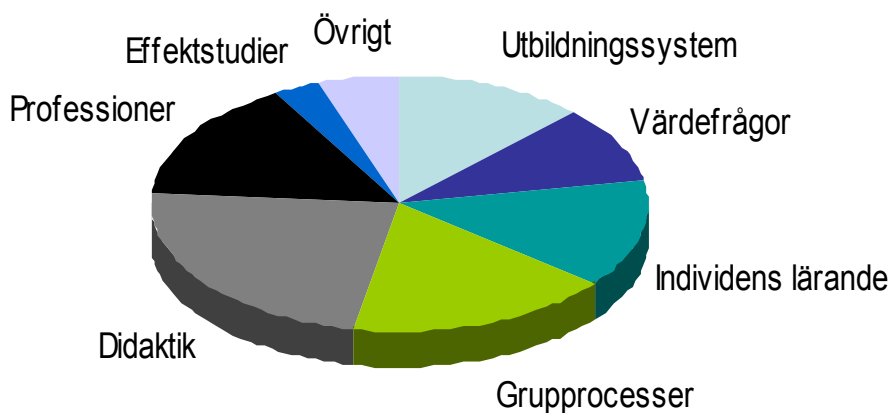


Fig. 2. Forskningsbidrag från Utbildningsvetenskapliga kommittén 2005-2007 - fördelat på ämnesområden (för en förklaring av de olika områdenas innehåll se bilaga 1).

Det område som tilldelats mest forskningsmedel från UVK är didaktik, som omfattar i huvudsak ämnesdidaktik. Det område där minst bidrag sökts och erhållits är effektstudier, vilket är ett strategiskt forskningsområde som här kommer att lyftas fram. Tyngdpunkten för de projekt som finansierats har legat på forskning nära lärarutbildning och pedagogisk yrkesverksamhet. Med tiden har en breddning av utbildningsvetenskaplig forskning skett inte minst genom att forskare från ett ökande antal olika discipliner arbetar tillsammans inom området men även beroende på utbildningens ökade betydelse för samhällsutvecklingen och de nya krav på kunskap som denna utveckling ställer. Utbildningsvetenskap är också politiktäna och tillämpningsnära, vilket innebär att val av strategiska områden i hög grad hänger samman med förväntningar som inte enbart är av vetenskaplig natur.

Ett antal strategiska områden har diskuterats av kommittén. De områden som här har valts ut är dels de som är strategiskt viktiga att satsa på för framtiden, dels sådana där svensk forskning ur internationellt perspektiv redan idag är särskilt stark. Dessa områden, de strategiska och de internationellt starka, gränsar och går in i varandra. I den följande texten behandlas därför flera av dessa områden tillsammans under följande rubriker:

- Utvärdering och komparativa analyser av effekter av utbildning och utbildningsreformer – nyttan av registerdata och databaser
- Utbildningssociologi
- Forskning om prov och bedömning
- Forskning om förmåga att läsa och tillgodogöra sig texter
- Forskning kring lärande och minne, forskning om situerat lärande, lärande och ny teknik
- Fenomenografisk forskning
- Utvecklande av analyser av olika generativa kunskapsmodeller inom olika ämnesområden och åldrar

Utvärdering och komparativa analyser av effekter av utbildning och utbildningsreformer – nyttjande av registerdata och databaser

Svensk forskning har en internationellt stark position vad gäller utnyttjande av databaser och registerdata. En satsning som kombinerar denna styrka med en inriktning mot att utnyttja internationella databaser kan ge svensk forskning en än starkare internationell profil.

Sedan 1964 har Sverige deltagit i internationella kunskapsmätningar. Resultaten har i merparten av dessa mätningar legat över genomsnittet. I tolv av mätningarna låg Sverige i topp, i elva över genomsnittet, i sju på genomsnittet, i en under genomsnittet och i två undersökningar i botten. Även om Sveriges resultat historiskt varit goda har resultatutvecklingen sedan början av 1990-talet varit negativ. Mellan 1995 och 2003 skedde enligt TIMSS-undersökningen (Trends in International Mathematics and Science Study) en dramatisk nedgång i kunskaper och färdigheter i matematik och naturvetenskap, vilken innebar att elever i åk 8 år 2003 presterade på samma nivå som elever i åk 7 gjorde år 1995. I tre undersökningar av yngre elevers läskompetens genomförda år 1991, 2001 och 2006 framträder likaså en tydlig nedgång. Även PISA-undersökningarna (Programme for International

Student Assessment), genomförda år 2000, 2003 och 2006, pekar på att andelen elever i 15-årsåldern som klarar sig mindre bra har ökat. I synnerhet som endast ett fåtal andra länder uppvisar denna negativa trend är det utomordentligt angeläget att finna förklaringar till den. Detta kräver en kraftfull forskningsinsats.

De svenska resultaten har kännetecknats av en liten spridning, dvs. att avståndet mellan de elever som har goda resultat och de som har mindre goda resultat har varit små. Tillsammans med bland annat skolsystemen i Finland och Island visar det svenska skolsystemet en relativt hög grad av likvärdighet med en relativt liten variation mellan skolor. Under senare år har dock variationen i resultat mellan skolor tenderat att öka. Även här krävs en forskningsinsats för att hitta förklaringar.

Deltagande i internationella studier är kostsamt. De databaser som nu finns utnyttjas inte fullt ut för analyser av förändringarna i förhållande till andra länders resultat eller i förhållande till genomförda reformer. Internationellt har dock forskning ökat där internationella mätningar använts, det gäller t.ex. i Tyskland där detta är det forskningsområde inom utbildningsvetenskap som ökat mest. I Sverige är, som visats, effektstudier det område som har lägst sökandefrekvens. Detta är bekymmersamt. Det finns ett stort samhällsligt intresse för hur resultaten från internationella mätningar kan förklaras och utnyttjas i förändringar av det svenska skolsystemet.

Nationellt och internationellt perspektiv

En mycket omfattande forskning om långsiktiga utbildningseffekter, såväl i Sverige som internationellt, finns inom det utbildningsekonomiska området. Detta är givetvis ett uttryck för den stora betydelse för den ekonomiska utvecklingen, såväl individuellt som samhälleligt, som tillskrivs humankapitalet. En klassisk linje inom denna forskning avser effekter av utbildningens längd och inriktning på den individuella löneutvecklingen i ett livslångt perspektiv. Här har svenska forskare tagit fram internationellt erkänd kunskap. En del av den tidiga svenska forskningen inom området utfördes av pedagoger på grundval av de stora longitudinella materialen, framförallt på den s.k. Malmöundersökningen. Även om huvuddelen av forskningen numera genomförs av ekonomer baseras den delvis på de pedagogiska longitudinella undersökningarna.

En annan viktig linje inom den utbildningsekonomiska forskningen avser frågor om på vilka nivåer inom utbildningssystemet och för vilka grupper av individer de samhälleliga investeringarna i utbildning skall göras för att ge långsiktig utdelning. Detta är ett utomordentligt livaktigt forskningsområde, som bland annat nyligen stimulerats av en intressant teoretisk modellutveckling.

Ytterligare ett forskningsområde där långsiktiga utbildningseffekter alltmer kommit att uppmärksammas är hälsa och medicin. Ett tydligt samband mellan utbildningsnivå och livslängd är sedan länge etablerat, liksom samband mellan utbildningsnivå och vissa sjukdomsgrupper, där framförallt låg utbildning är associerad med en högre förekomst av hjärt- och kärlsjukdomar.

Inom den socialmedicinska forskningen är de långsiktiga effekterna av utbildning viktiga och avser bland annat utbildningens betydelse för uppkomst av anpassningsproblem, med fokus på t.ex. förtidspension och sjukskrivningar.

Av uppenbara skäl är pedagogiken ett område där de långsiktiga effekterna av utbildning fokuseras. En av grundfrågorna är vilka långsiktiga effekter utbildning har på utveckling av de mer generella kognitiva för-

mågorna. Detta har varit en mycket kontroversiell fråga, där bland annat tidiga svenska resultat, som visade betydande positiva effekter av utbildning på allmänbegåvningen, möttes med tveksamhet internationellt. Men en serie såväl svenska som internationella studier, baserade på än mer kraftfulla metoder och omfattande data, har i allt väsentligt gett stöd för hypotesen att teoretisk utbildning har en långsiktig positiv effekt på allmänbegåvningen.

Individualstatistiken, eller UGU-projektet (Utvärdering genom uppföljning) som det senare kommit att kallas är det mest omfattande och längst pågående av de pedagogiska longitudinella forskningsprojekten. Planeringen av projektet påbörjades i slutet av 1950-talet. Genom tillgången till databaser som Individualstatistiken har Sverige haft en framträdande plats i internationell forskning. Det har inte minst gällt utbildningssociologiska analyser kring sambandet mellan socioekonomisk bakgrund och framgång i utbildning. Under senare år har en teoretisk utveckling skett inom området genom studier av hur kulturellt kapital styr val av utbildning och val av skola. Inom det perspektivet har nya datamaterial insamlats som i kombination med existerande databaser gett nya möjligheter som skapat ett internationellt intresse för svensk forskning.

Flera av de internationella studierna har nu en design som skall göra det möjligt att undersöka förändringar på nationell nivå. Det gäller till exempel PISA, TIMSS och PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study). Dessa studier har nu en longitudinell design på nationell nivå. Detta öppnar vissa möjligheter för förklaringsorienterade analyser, och de resultat som hittills uppnåtts är uppmuntrande. En nationell utveckling av de internationella studierna skulle kunna ge tydliga förklaringar till utfall.

För Sveriges vidkommande finns den utomordentligt intressanta möjligheten att kombinera information som insamlats av forskare med registerdata. På så sätt kan longitudinella material skapas till en bråkdel av den kostnad som information insamlad av forskare i direktkontakt med de olika informanterna annars skulle innebära. Kvaliteten och omfattningen av information är också i allmänhet betydligt bättre då den hämtas från register. Ett exempel på en databas som skapats på detta sätt är ”Gothenburg Educational Longitudinal Database” (GOLD), som består av informationen i stickprovsundersökningarna inom Individualstatistik/UGU-projekten tillsammans med information från ett stort antal register kring bland annat utbildningsval och utbildningsresultat för samtliga individer. På grundval av denna databas har flera internationellt uppmärksammade undersökningar genomförts. Potentialen att vidareutveckla denna ansats är mycket stor.

Argument för ökat stöd till området

Även om den svenska forskningen inom fältet har en stark ställning internationellt finns det en stor potential att förbättra forskningens omfattning och kvalitet. Riksbankens Jubileumsfond har beviljat medel för ett infrastrukturprojekt vid Göteborgs universitet (GU) som har som huvudsyfte att göra databaser för i första hand de internationella studier som genomfördes före 1990 tillgängliga för forskarsamhället. Vid GU byggs nu också Svensk Nationell Datatjänst upp. Denna organisation, som finansieras av VR och GU, har som huvuduppgift att stödja forskares användning av befintliga data för sekundäranalys. Tillgängligheten till data är sålunda utomordentligt god.

Den stora bristen är tillgången på unga forskare, som har hög kompetens att genomföra och publicera vetenskapliga studier baserade på dessa data. En satsning på uppbyggnad av kompetens på doktorandnivå och postdoktoral nivå i de vetenskapliga miljöer som nu är vetenskapligt produktiva skulle därför både ge snabb utdelning i form utförd forskning, och en

långsiktig utdelning i form av en kompetensuppbyggnad som kan vara grunden för en internationellt ledande position för svensk forskning inom detta fält.

Det tids- och kostnadskrävande arbetet med att samla in data och bygga upp databaser leder ofta till att utrymmet för analys och publicering blir begränsat. En ökning av volymen av medel för sådant arbete skulle därför ge god utdelning.

En annan mycket stor potential finns i ett mer fullständigt utnyttjande av registerdata, vilka i vissa fall kan kombineras till longitudinellt organiserade databaser. Det är endast ett begränsat antal länder i vilket detta är möjligt, och det är därför angeläget att Sverige tar tillvara den komparativa fördel som denna resurs ger för att etablera Sverige som världsledande inom detta forskningsområde.

Den verkligt stora styrkan kan man dock nå genom att kombinera registerdata med annan information som samlas in av forskare. Även om register innehåller värdefull basinformation finns där sällan uppgifter om betydelsefulla utfall som kunskaper, färdigheter, förmågor och attityder. Sådana variabler kräver speciell instrumentering och datainsamlingar i särskild ordning. Genom att göra strategiska urval och genom att kombinera olika informationstyper är det möjligt att bedriva forskning på ett kostnads- effektivt och designmässigt optimalt sätt. En kraftig satsning på denna typ av forskning skulle ge mycket god utdelning på både kort och lång sikt.

Den resurs som i första hand behövs för detta är medel för att stödja uppbyggnad av kompetens hos yngre forskare att hantera databaser och analysverktyg för att kunna genomföra och publicera vetenskapliga arbeten som drar nytta av dessa dataresurser. En ordentlig satsning på medel för nyrekrytering av forskare (doktorander och postdoktorala forskare) skulle ge god utdelning.

Effekter av ökat stöd till området

Ett ökat stöd leder till möjligheter att få bättre underlag för formandet av utbildningspolitiska reformstrategier genom ökad kunskap om:

- såväl kortsiktiga som långsiktiga konsekvenser av genomförda utbildningsreformer över tid och i jämförelser med motsvarande reformer i andra länder;
- utbildningars effekter för enskilda personers kunskaps- och kompetensutveckling, livsmönster och hälsa;
- utbildningars betydelse som ekonomisk investering för såväl samhälle som individ.

Sverige har genom tillgången till databaser unika möjligheter att följa stora individgrupper genom utbildning och arbetsliv. De investeringar som gjorts i internationella kunskapsmätningar kan utnyttjas på ett mer optimalt sätt än hitintill genom en ökad satsning på området. Det pågår dessutom ett generationsskifte av forskare inom området som förstärker argumenten för en ekonomiskt stark satsning.

Utbildningssociologi

Utbildningssociologi är ett väletablerat och expansivt område världen över där det finns flera framstående svenska forskare. Inom vissa områden har svensk forskning redan idag högsta internationella klass med möjlighet att

bli internationellt än mer ledande. De diskussioner som förts kring nyttjande av databaser och registerdata har sin tillämpning även här.

Med utbildningssociologi brukar avses sådan forskning om utbildning som bygger på sociologiska forskningstraditioner eller mer generell samhällsvetenskapliga forskningstraditioner. Det innebär att utbildningssociologi är ett tvärvetenskapligt område. Utbildningssociologi spänner över ett flertal ämnen och discipliner, i likhet med t.ex. rättsociologi, religionssociologi och språksociologi.

Merparten av den svenska utbildningssociologiska forskningen har genom åren förekommit inom ämnet pedagogik, men åtskillig utbildnings-sociologisk forskning bedrivs även inom sociologi, etnologi, kulturanthropologi, socialantropologi, företagsekonomi, historia, idéhistoria med flera ämnen. I andra länder är gränsdragningar mellan universitetsämnen annorlunda.

I Sverige har utbildningssociologiska forskningsinsatser under det senaste seklet i flera fall varit viktiga men ganska isolerade företeelser fram till en vändpunkt under 1970-talet.

Som forskarutbildningsämne existerar utbildningssociologi vid ett enda svenskt lärosäte, Uppsala universitet, där det inrättades 2006. Men som redan framgått förekommer åtskilliga utbildningssociologiskt inriktade avhandlingsarbeten inom en rad ämnen.

Nationellt och internationellt perspektiv

I dag finns uppskattningsvis ett hundratal svenska forskare som helt eller till stor del ägnar sig åt utbildningssociologi i den nämnda breda tvärvetenskapliga meningen. Att svensk utbildningssociologisk forskning hävdar sig väl på de internationella arenorna har delvis att göra med tillgången på databaser och en empirisk forskningstradition. Behovet av en starkare empiriskt byggd utbildningsforskning har framhållits bl.a. inom EU. Detta eftersom diskrepansen framstår som alltmer omfattande mellan å ena sidan de omfattande utbildningsåtgärderna och de högt ställda utbildningspolitiska ambitionerna, å andra sidan de begränsade möjligheterna att empiriskt undersöka de faktiska förutsättningarna för och effekterna av olika åtgärder.

Svensk forskning har kunnat tjäna som en förebild i formandet av strategier för att bygga upp policyorienterad utbildningsforskning. Vid en internationell jämförelse framstår studier av social rekrytering som den förnämsta svenska utbildningssociologiska specialiteten. Frågan om social rekrytering har länge varit ett centralt tema i svensk utbildningspolitik, vilket är en effekt av svenska utbildningsreformer som haft en tydlig inriktning mot att förändra den sociala rekryteringen till utbildning och arbetsmarknad. Minst lika viktigt är att Sverige haft och har en internationellt sett unikt god tillgång på offentliga registerdata av hög kvalitet, som tillåter studier av en kvalitet och en omfattning som vore otänkbar i de flesta andra länder, där man skulle tvingas till mödosam arkivforskning eller utskick av otaliga enkäter för att samla in motsvarande information.

När det gäller forskning om social rekrytering till utbildning har det i Sverige under de senaste decennierna funnits en tyngdpunkt i så kallad välfärdssociologi, det vill säga undersökningar som i hög grad motiveras av ambitionen att granska i vad mån de bredare befolkningslagren kommer i åtnjutande av olika slag av resurser, däribland utbildning. Det viktigaste centrumet för detta slags utbildningssociologi har varit SOFI (Institutionen

för social forskning). Denna forskning hävdar sig väl på den internationella arenan.

En annan svensk specialitet är de longitudinella studier av utbildningens betydelse i samspel med andra faktorer som redovisats ovan. Bland nyare utbildningssociologiska forskningsinriktningar med god internationell förankring kan nämnas den som utvecklats med relationer till främst fransk utbildnings- och kultursociologi. Den utmärks av fokus på andra sociala och kulturella skillnader än enbart vertikala sociala hierarkier samt ett särskilt intresse för utbildning av framtidens eliter, ett problemfält som varit tämligen försummat inte bara i svensk forskning.

Argument för ökat stöd till området

En oroande utveckling, som uppmärksammats i flera EU-länder, är att så mycket av FoU-verksamheten inom utbildningssektorn på senare år styrts i riktning mot partikulära och föga generaliserbara undersökningar, attityder hos en begränsad grupp lärare eller elever eller ett eller annat pedagogiskt förlopp i ett par skolklasser eller vid någon högskoleinstitution, medan lite intresse ägnas åt vad som faktiskt händer i samband med den pågående dramatiska omvandlingen av utbildningssystemet och sambanden med samhällsomvandlingen i övrigt. Inte minst de ökande transnationella flödena av utbildningsmodeller och annat innebär att alltför partikulära undersökningar blir allt mindre fruktbara. För att motverka denna blindhet för förändringar av systemkaraktär krävs mer forskning om strukturella förskjutningar inom utbildningsväsendet och sambanden med pågående sociala, kulturella, politiska och ekonomiska förändringar på regional, nationell och internationell nivå.

Effekter av ökat stöd till området

- bättre kunskap om rekryteringsmönster till utbildning och arbetsmarknad;
- kunskap om strukturella förändringar av utbildning och samhällsförändringar.

Forskning om prov och bedömning

Det finns en internationellt stark kompetens i Sverige inom forskning kring lärande och IKT som skulle kunna sammanföras med forskning kring prov och bedömningar. Nyttjande av de möjligheter som data- och informationstekniken ger skulle kunna innebära nya former för prov och bedömningar av olika kompetenser.

Forskning inriktad mot studier av effekter av utbildning har sedan 1990-talet utvecklats genom den forskningsutveckling som skett vad gäller prov och mätmetoder. De argument som givits för en satsning på forskning kring effekter av utbildning ovan gäller också för utvecklandet av forskning kring prov och bedömning generellt. Med tillgång till data från prov givna vid olika tillfällen under skoltiden blir det möjligt att systematiskt undersöka betydelsen av en lång rad olika faktorer på elev-, lärar-, skol- och kommunnivå för utvecklingen av elevers kunskaper och färdigheter.

Utvärderingar av såväl utbildningssystem som studerande har blivit ett allt mer framträdande politiskt styrinstrument. Valideringar av utbildningar kräver instrument som kan mäta även komplexa kompetenser. En sådan

utveckling av prov har skett inom psykometrisk forskning. Den psykometriska forskningen handlar om att utveckla kunskaper kring hur test kan mäta olika kunskaper och mentala förmågor. Den har sin grund i intelligensmätningar och har under senare år riktats mot utveckling av mätmetoder kring kompetensbegreppet. Sverige har haft en stark forskning inom området som nu måste förstärkas beroende på ett generationsskifte av forskare.

Sverige har en lång och i vissa avseenden världsunik tradition i att involvera lärare i forskning knuten till kunskapsbedömningar. Denna tradition har sin grund i tillkomsten av de första standardproven som utvecklades av Frits Wigforss. Traditionen har förvaltats av de olika institutioner som sedan 1982 hade Skolöverstyrelsens och senare Skolverkets uppdrag att ansvara för utvecklingen av grundskolans och gymnasieskolans nationella prov. Den skolnära psykometrin, ibland kallad edumetri, innebär att forskare och verksamma lärare, och på senare tid även elever, konstruerar de test som ska användas för att säga något om elevernas kunskapsutveckling och lärarnas undervisning. Med skolreformerna under 1990-talets början fanns en strävan att i större utsträckning även fånga läroplanernas mer komplexa mål. Kraven på testens validitet i förhållande till läroplanerna ökade, något som kräver att testerna utvecklas tillsammans med dem som effektuerar läroplanen. Med omfattande utprövningar med lärare och elever har de psykometriska forskarna i Sverige tagit fram provmaterial som har en internationellt sett hög legitimitet hos lärare och elever.

Nationellt och internationellt perspektiv

Staten betalar idag runt 50 miljoner kronor årligen för utvecklingen av prov. I den kostnaden ingår inga medel för forskning vare sig kring metodutveckling eller resultat. Det har lett till att de svenska psykometrikerna har små möjligheter att göra sig hörda internationellt, vilket i sin tur har lett till att resultaten av de nationella proven dåligt kunnat tas tillvara. Att stödja såväl systematiska studier om provutveckling och av bedömningens resultat är ett sätt att forskningsmässigt bättre utnyttja de insatser som redan görs. Provkonstruktion är i högsta grad en verksamhet som sammanbinder grundforskning och tillämpning. För att även fortsättningsvis kunna hålla en god kvalitet på provkonstruktioner förutsätter det en intensifierad forskning inom området. Utbildningsvetenskapliga kommittén har finansierat en forskarskola där flera universitet och högskolor samarbetar i syfte att bygga forskningskapacitet inom området.

Det finns även ett utomordentligt stort behov av kunskap kring vilka faktorer som påverkar utvecklingen av kunskaper och färdigheter. De faktorer som är av särskilt intresse är olika typer av policyrelevanta faktorer. Exempel på sådana är resursfaktorer såsom lärartäthet, lärarkompetens och specialpedagogiskt stöd samt faktorer relaterade till undervisning och skolledning. För att det ska vara möjligt att bestämma effekten av dessa faktorer är det nödvändigt att bl.a. kunna kontrollera elevers bakgrund och ta hänsyn till kontextuella faktorer på skol- och kommunnivå.

Systematiskt forskningsarbete med syfte att utveckla denna typ av kunskap har förekommit i mycket liten utsträckning i Sverige under de senaste årtiondena. En anledning är bristande tillgång på medel. En annan minst lika viktig anledning är att bristande tillgång på data gjort det svårt och dyrbart att genomföra sådana studier.

Det finns även behov av satsningar på forskning kring utveckling av andra typer av prov. Validering av utbildningar kräver instrument som kan mäta kompetenser. En sådan utveckling har skett inom psykometrisk forskning. Även här har Sverige haft en stark forskning inom området, inte

minst genom den forskning och det utvecklingsarbete som skett i anslutning till utvecklandet av högskoleprovet. Denna kunskap måste på nytt förstärkas beroende på generationsskiftet bland forskare. Utvecklingen av metoder för att mäta kompetenser kräver nya metoder för att kunna analysera hur olika kompetenser samspelar med olika sammanhang där kompetenserna realiserar.

Ett annat område som kräver betydande forsknings- och utvecklingsinsatser avser instrument för urval till högre utbildning. Då en betydande andel av nybörjarplatserna kommer att tillsättas på urvalsgrunder beslutade av högskolorna finns ett mycket stort behov av insatser för att utveckla alternativa prov för urval och utforska provens egenskaper. Kompetens för denna typ av forsknings- och utvecklingsarbete finns idag endast vid ett fåtal av landets högskolor.

Den svenska forskningen inom detta fält går långt tillbaka i tiden, men under de senare decennierna har den varit av begränsad omfattning, vilket framförallt torde ha sin grund i att personer med forskarkompetens i alltför stor utsträckning engagerats för instrumentkonstruktion, och i alltför liten utsträckning haft utrymme för forskning. Bättre möjligheter för såväl seniora som juniora forskare att genomföra forskning inom detta fält behöver därför tillskapas.

Under 1990-talet utvecklades inom ramen för ett OECD projekt – International Adult Literacy Study (IALS) – ett test för att mäta läsförmåga som senare vidareutvecklades och kom att användas inom PISA undersökningarna. Det senare innebär att läsproven inom PISA kan sägas vara så ”läroplansfria” som möjligt är. Samma tanke återfinns inom andra test inom PISA:s ram. IALS kan sägas utgöra grunden för PISA:s nu planerade studie av vuxnas kompetenser (PIAAC), som bland annat innehåller instrument som avser att mäta problemlösningskompetens.

Sverige har i denna utveckling haft en ganska blygsam roll, men skulle med en satsning på forskning inom området få en starkare position, eftersom det finns generell psykometrisk kompetens och erfarenhet av att utveckla instrument för att mäta kompetenser inom andra fält.

Argument för ökat stöd till området

Med ett utnyttjande av den tradition som finns i Sverige av en nära relation mellan forskning och tillämpning mellan forskare och lärare så skulle en ekonomisk satsning på forskningen få en stor betydelse för utvecklandet av prov och bedömning och på metoder för urval.

I Sverige finns en kompetens kring utvecklande och användande av test som med en förstärkt forskning skulle kunna innebära en förnyelse av hur prov och bedömningar görs.

En satsning på utveckling av prov skulle lägga en stabil grund för analys av vilka faktorer som är betydelsefulla för elevers utveckling av kunskaper och färdigheter.

Effekter av ökat stöd till området

- mer tillförlitliga prov;
- prov och bedömningar som kan mäta komplicerade kunskaps- och beslutsprocesser;
- underlag för forskning om olika faktorer betydelse för utveckling av kunskaper och färdigheter;
- bättre former för urval;
- större legitimitet för prov och bedömningar.

Forskning om förmåga att läsa och tillgodogöra sig texter

Med reformationen grundades i Sverige och Finland lästraditioner som förstärktes under 1600-talet (husförhören) och 1700-talet (undervisningsplikten). Dessa lästraditioner kan ses som en av flera förklaringar till att läsförmågan är hög hos den vuxna befolkningen i Sverige och Finland. Forskning om läsning och förståelse av texter samt om svårigheter att lära sig läsa har en stark internationell ställning. Inte minst gäller det den historiskt inriktade forskningen kring läsningens betydelse för samhällsutvecklingen. Forskning om läsning har en lång tradition med företrädare som Ewe Malmqvist och Ingvar Lundberg, vilka haft en stark internationell ställning. Tvåspråkighetsforskningen har under senare år fått en allt starkare ställning.

De senaste trettio åren har Sverige deltagit i flera internationella läsundersökningar. Från att Sverige vid en undersökning av fjortonåringars läsförmåga 1971 ha haft genomsnittliga resultat placerade sig svenska nio- och fjortonåringar på tredje plats 1991. Under 2000-talet har resultaten legat över genomsnittet och förändringar har skett mot en försämring av pojkarnas läsförmåga.

Nationellt och internationellt perspektiv

Forskning kring läsförmågans utveckling och spridning har genom tillgången på husförhørsprotokoll haft en internationell betydelse för forskning kring hur tillgången till texter och förmågan att läsa påverkat ekonomi, kultur och politik. Inte minst har denna kunskap kunnat bidra till en förståelse av betydelsen av satsningar på utbildning och läskunnighet för att kunna få till stånd en hållbar utveckling i tredje världen.

Studier av bland annat läsandets roll i lärandet inom olika skolämnen är ett relativt ungt forskningsfält. Det är mycket betydelsefullt för kunskapsbildning som kan ligga till grund för hur man kan stödja såväl elevernas kunskapsutveckling inom respektive ämnen som deras fortsatta läsutveckling.

Ett område som behöver förstärkas gäller undervisning för barn och unga med annat modersmål än svenska och svenska som andra språk. En särskild satsning har gjorts av UVK med etablerandet av två forskarskolor för att bygga upp kapacitet dels om ”literacy”, flerspråkighet och kulturella praktiker i dagens samhälle, dels om barndom, lärande och ämnesdidaktik.

I samarbete med Riksbankens Jubileumsfond och Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse har ett särskilt forskningsprogram initierats – Learning and Memory. Inom detta program har flera projekt med inriktning mot lässvårigheter och dyslexi finansierats.

Inom forskning om läsning och förmåga att tillgodogöra sig texter finns det två huvudinriktningar i forskningsfronten. Den ena är kognitionsforskning inom vilken man studerar förmågan att läsa och förstå texter med specifika språkliga drag som passiv konstruktion, inbäddade bisatser och liknande. Denna forskning var mycket livaktig under 1960- och 70-talen men har nu fått en renässans. I Sverige är den inte, med några få undantag, särskilt utvecklad. Den andra inriktningen är receptionsforskning som i första hand har sina rötter inom litteraturvetenskapen, men som idag utökats till att också omfatta läsning av sakprosa. Här studeras dels texter som läses, dels läsarens möte med och förmåga att samtala om och tillgodogöra sig dessa texter. Denna forskning har en lång tradition såväl internationellt som nationellt. I Sverige är den väl företräd inom området svenska med didaktisk inriktning.

Svensk forskning har inom det rubricerade området en stark ställning. Genom uppbyggnad av registerdata (tvillingstudier) har betydelsen av arvs- och miljöfaktorer kunnat kartläggas. Dessa studier har inneburit omfattande internationella nätverk. Genom nationella och internationella nätverk har betydelsefulla samarbeten kunnat etableras mellan forskare inom neurovetenskap, utbildningsvetenskap och lingvistik. För att dessa nätverk ska kunna utvecklas och för att svensk forskning ska kunna behålla en stark ställning krävs att nya resurser tillförs. I Norge har ett ”lesecenter” utvecklats som inneburit en kraftsamling inom forskningen. Förebilder för den formen av satsningar finns även i USA där läscentra utvecklades redan på 1960-talet.

Argument för ökat stöd till området

En hög läsförmåga är en förutsättning för ett produktivt utbildningsväsende och för ett aktivt samhälls- och arbetsliv. Att kunna läsa och att kunna förstå det lästa är beroende av en mångfald faktorer som det nu finns en ökad kunskap om. Denna kunskap tas till vara i texter och styrdokument för skolan. Samtidigt förändras kunskapen. Ska en hög utbildningsstandard bibehållas och ökas kräver det forskning i nära anslutning till dess tillämpning. En sådan forskning finns i Sverige men behöver ytterligare stärkas.

Det behövs ett forskningscenter med ett antal forskare inom såväl kognitionsforskning som receptionsforskning. Att förena dess två forskningstraditioner skulle leda till en stark position internationellt. Ett sådant center skulle ha utrymme för gästforskare och ges en roll som nationellt centrum.

Effekter av ökat stöd till området

- kvalitativt bättre innehåll i lärarutbildningen;
- effektivt stöd till barn och ungdomar som har svårigheter att lära sig läsa;
- effektivare undervisning för barn med annat modersmål än svenska.

Forskning kring lärande och minne, forskning om situerat lärande, lärande och ny teknik

Relationen mellan lärande och ny teknik är ett mångvetenskapligt område i stark expansion. Sverige har en god internationell position, men satsningar krävs för att positionen skall behållas och stärkas.

Det finns en rad forskargrupper som bedriver en forskning som har en stark internationell position inom ovanstående områden. Denna forskning innesluter olika perspektiv och forskningsinriktningar såsom kognitionsvetenskap, neurovetenskaper, pedagogisk psykologi, pedagogik och tillämpad informatik. Ett speciellt perspektiv utgör situerat lärande, dvs. situationsberoende lärande som avser lärande och minne i relation till olika situationer liksom i förhållande till texter, bild och musik. Lärande och IKT, som en viktig del inom ”e-vetenskap”, förtjänar att framhållas som ett särskilt starkt forskningsområde.

Vad som förenar olika forskare inom området är intresset för sambandet mellan lärande och media. Media (inkluderande texter, bilder, animeringar o.s.v.) avser här vad som kallats artificiella minnessystem

(AMS) som möjliggör lagring av externa minnen. Dessa kan vara mer eller mindre permanenta och kan förflyttas geografiskt och över tid. För att detta skall kunna ske har symboliska system och teknologier utvecklats (skrivtekniker, trycktekniker o.s.v.). För att kunna nyttja dessa system krävs färdigheter som läsning, räkning och numera en rad kompetenser som rör förmågan att använda och bearbeta information. Dessa tekniker och förmågor påverkar samhället och kulturen och inordnas i institutioner som socialt och kulturellt återskapas och förändras.

Nationellt och internationellt perspektiv

Utvecklingen av intellektuella förmågor är ett viktigt forskningsområde, en tematik som till del har studerats inom läsforskningen. Läs-praktiker har utvecklats över tusentals år från kilskriften via tryckteknik och böcker till dagens digitala och multimodala system för dokumentation och kommunikation.

Dagens digitala system förvandlar formerna och sätten för hur kunskap organiseras och kommuniceras. Dessa förändringar kan observeras på olika nivåer och i olika delar av samhälls-, arbets- och kulturlivet. Information byggs upp i gigantiska databaser, den formas i organisationer och institutioner såsom skolor och företag, och den får tydliga konsekvenser för individen. För övrigt används allt oftare termen ”information literate” eller ”information illiterate” för att benämna den individuella kompetensen, vilket signalerar att vi nu talar om betydligt bredare kompetenser än de som utmärkte traditionella läs- och skrivefärdigheter. Den digitala tekniken genomsyrar således genom alla sektorer av samhällslivet och den berör alla medborgare i deras arbete och vardagsliv. Det innebär inte enbart att den effektiviserar, utan att den också för med sig förväntningar om avancerade kompetenser hos individer.

Relationen mellan lärande och digital teknik handlar om såväl teoretiska som tillämpade frågeställningar. Det handlar såväl om fundamentala frågor om lärande och kunskapens natur som om frågor kring hur kunskap kan arbetas in i digitala system som blir alltmer sofistikerade. De mer tillämpade frågorna handlar om hur informationsteknologi förändrar villkoren för lärande och kommunikation inom och utom utbildningsinstitutioner, hälsovård och arbete för att nämna tre områden. Det rör frågor om hur den digitala tekniken kan utnyttjas så att den stödjer ett livslångt lärande bland annat genom att den bidrar till att bygga upp system där lärande och arbete kan förenas under hela livscykeln.

Mer fundamentala forskningsproblem rör vilka kompetenser som utgör centrala digitala färdigheter och hur information och kunskap struktureras för att bli tillgänglig i digital form. Begreppet virtualitet är här intressant både ur ett filosofiskt och ett praktiskt perspektiv. Barn och ungdomar lär färdigheter i ibland mycket abstrakta miljöer, vilket påverkar hur färdigheter och kunskaper formas. Detta får i sin tur konsekvenser för deras sätt att lära och arbeta i skolan. Kanske är detta en av de mest intressanta förändringarna av informationsförmedlingen i samhället som skett under de 550 år som gått sedan tryckpressen uppfanns. Konsekvenserna av dessa förändringar innebär en grundläggande förändring av synen på vad inläring är och vilka kommunikativa praktiker som fostrar och utvecklar produktivt lärande i olika sammanhang.

Forskningen inom området är nationellt och internationellt sammanflätat i olika nätverk. Inom EU:s ramprogram har lärande, ”e-learning” och ”e-society” haft en framträdande roll inom de senaste ramprogrammen och dessa komponenter ingår också i Lissabonstrategin för att bygga konkur-

renskraft i Europa. Många länder har skaffat sig nationella resurser i form av ”Learning Labs” (exempelvis Learning Lab Denmark och London Knowledge Lab). Sverige har i vissa avseenden en stark position. KK-stiftelsens forskningsprogram LearnIT, som funnits i tio år, har inneburit en uppbyggnad av forskningsfältet och en forskningskapacitet som behöver förvaltas för att bibehålla en stark internationell position. Ett av de första Linné-bidragen gick för övrigt till forskning inom detta område.

Argument för ökat stöd till området

Informationstekniken innebär tillgång till information av ett slag som tidigare inte haft sin motsvarighet. När folkskolan kom till år 1842 var det i ett informationsfattigt samhälle där skolan ägde den kunskap och information som förmedlades. Idag verkar utbildningsväsendet i ett informationsrikt samhälle. Hur information växlas till kunskap och vilka kompetenser människor behöver utveckla för att fungera som samhällsmedborgare i denna nya medieekologi är centrala frågeställningar i det senmoderna samhället.

Frågan gäller inte enbart utbildning i formella situationer utan lärande i arbetsliv, fritid och samhälle. I allt fler miljöer blir frågan om kontinuerlig kunskapsutveckling central för att verksamheter och individer skall kunna möta de förändringar som den digitala tekniken medför i arbetsorganisation och arbetsinnehåll och i relation till ett aktivt medborgarskap.

Forskningen inom dessa områden sker genom teknikutveckling, där alltmer av mänskliga kunskaper och minnesförmågor byggs in i avancerade teknologiska system som människor använder i allt fler sammanhang. Intelligent system hjälper oss i många sammanhang: stavnings- och grammatikprogram, beräkningsprogram, programvaror för design, instrument för navigation, och komplexa artefakter för styr- och reglerteknik i industriella processer o.s.v. Forskningen om utbildning och lärande handlar dels om vilka förmågor människor behöver utveckla för att kunna använda kraftfulla, och ofta ganska abstrakta redskap av detta slag, dels hur sådan teknik kan integreras i utbildning och göra den mer realistisk och effektiv.

För att den svenska, utbildningsvetenskapliga forskningen skall nå yppersta världsklass vore ett nationellt, mångvetenskapligt centrum för forskning om lärande och teknik en viktig resurs. Ett svenskt ”learning” eller ”knowledge lab” skulle ha brukarperspektiv och utbildning som fokus och kunna fungera som en samarbetsorganisation mellan framstående miljöer med kompetens inom teknik, lärande och medier. En sådan infrastruktur-satsning skulle kunna ske genom inrättandet av en nationell paraplyorganisation – ”The Swedish Knowledge Lab” – där tre till fyra professorer och ett antal andra forskare gemensamt bedriver forsknings- och utvecklingsarbete i samverkan.

Effekter av ökat stöd till området

- kunskap om hur villkoren för lärande och kunskapsbildning förändras och effekterna av dessa förändringar för produktion och samhällsliv;
- ökad kunskap om hur ny teknik aktivt skall användas för att fördjupa och vidga lärandeprocesser;
- förbättrade möjligheter att använda den nya tekniken kompensatoriskt för utsatta grupper (handikappade, lågutbildade etc.);
- ökar möjligheterna för fortsatt framgångsrikt svenskt deltagande i internationella forskningsprojekt inom områdena ”e-learning” och ”e-society”.

Fenomenografisk forskning

Sverige har utvecklat en stark internationell position inom fenomenografisk forskning. Grundtanken i den är att utgå från den lärandes livsvärld. I Sverige har framför allt forskningsmetodiken – fenomenografin – utvecklats för att beskriva kvalitativt skilda sätt att uppfatta olika företeelser.

Nationellt perspektiv och internationellt perspektiv

Forskningsområdet har utvecklats i fyra faser från 1970 då forskningen framför allt riktades mot vardagslärande hos postgymnasiala studenter. Från 1978 riktades studier mot kvalitativa skillnader i människors sätt att uppfatta olika aspekter av sin omvärld som effekt av studier. Från 1995 skedde en utveckling av teorin om hur kvalitativa skillnader i uppfattande och erfarenande uppstår och hur de kan formas pedagogiskt. Från 2000 visar forskningen på kvalitativa skillnader i hur samma objekt av lärande behandlas i olika klasser i skolan. Dessa skillnader kan beskrivas i variationsteoretiska termer och i anmärkningsvärd utsträckning tycks ligga bakom kvalitativa skillnader i elevernas förståelse av lärandets objekt mellan olika klasser.

I den fortsatta forskningen sker en förändring i forskningsgruppernas sammansättning. Den kommer att bedrivas av grupper av lärare som bistås av forskare. Utifrån det japanska arrangemanget för lärarfortbildning, ”lesson study” så kallad ”design-based research” tillskapades arrangemanget ”Learning Study.” En sådan studie börjar med en fenomenografiskt inspirerad kartläggning av elevernas förståelse, fortsätter med en variationsanalytisk design av lektionen eller sekvensen av lektioner och avslutas med en fenomenografiskt inspirerad beskrivning av den förståelse som eleverna har utvecklat. Lektionen genomförs av en av lärarna i gruppen, medan de andra observerar. Sedan analyseras och diskuteras det som förevarit. Designen modifieras och lektionen undervisas i en annan klass av en av de andra lärarna. Efter samma procedur som förut följer ytterligare en cykel. Detta arrangemang har använts av ett tusental lärare i Hong Kong, ett hundratal i Sverige och ett antal i några andra länder. Resultaten har varit spektakulära, i synnerhet har de svagaste eleverna tjänat på denna ansats. Prov som utförts en längre tid efter själva studien visar dessutom att lärandet oftast fortsätter efter inläringstillfället.

Inom området finns över 100 aktiva forskare i Sverige. Den högskoleinriktade forskningen har minskat men finns ändå företrädd vid flera universitet. De tillämpningsområden som kommit att blomstra under senare tid är framför allt tre områden: datologi, informationssystem och vårdområdets pedagogik.

I andra länder har den högskolepedagogiska inriktningen fortsatt att utvecklas och de tre ovannämnda områdena tillkommit och växer i omfattning. Internationellt är forskningen starkt företrädd och Sverige har fortfarande efter trettio år en stark position. Vad den variationsteoretiska och praktisk-pedagogiska inriktningen beträffar är det Hong Kong och Sverige som är klart drivande. Genomslaget har varit större i Hong Kong (och möjligen i vissa delar av Kina), medan den svenska forskningen är mer teoretiskt orienterad.

Vad gäller den högskolepedagogiska forskningen är Storbritannien och Australien ledande. I Sverige finns några forskningsgrupper som också samverkar i nätverk med forskare i andra länder, framför allt då Australien

och Finland. Inom tillämpning inom vården finns flera starka svenska miljöer liksom inom informatiken.

Den forskning som bedrivs i anslutning till lärares utvecklingsarbete är stark i Kina och speciellt i Hong Kong, men ett växande intresse finns i Sverige. Det teoretiska genombrottet för denna forskning gjordes i Sverige och i Kina under det senaste decenniet och har kommit till uttryck i radikalt större träffsäkerhet och kraft när det gäller att designa pedagogiska situationer.

Argument för ökat stöd till området

Det finns minst tre argument för ökat stöd. För det första behöver motsättningen mellan kraven på högskolepedagogisk skolning och bristen på ett väsentligt forskningsmässigt tillflöde försvinna. För det andra har det skett en hög grad av fragmentering av den fenomenografiska metodologin, utvecklingen har i det närmaste avstannat i Sverige vilket leder till en försämring av kvaliteten. För det tredje är resultaten av de senare årens utveckling lovande och intresset från praktikens sida så stort, att det är nödvändigt att förstärka den forskningsmässiga grunden för att inte ansatsen ska stanna vid enkla modeller med bristande metodisk och teoretisk underbyggnad. En satsning inom detta område rör i första hand infrastruktur och tjänster.

Effekter av ökat stöd till området

- bildande av en infrastruktur för ett nätverk;
- bildande av nätverk för lärare och forskare;
- en mer effektiv undervisning anpassad till olika innehåll och elevgrupper;
- en förstärkning av metodutvecklingen inom området;
- möjlighet för Sverige att skapa attraktiva miljöer för internationella forskare;
- att göra Sverige till ett nav för internationellt samarbete kring lärares aktiva deltagande i kunskapsproduktionen för skolans behov.

Utvecklande av analyser av olika generativa kunskapsmodeller inom olika ämnesområden och åldrar

Den omvärld barn och unga växer upp i är en osynlig omvärld i betydelsen att samhällliga och tekniska processer är svåra att förstå. Klimatförändringar är ett exempel på en förändring vars orsaker inte enkelt kan förklaras utan kräver omfattande tankemodeller. Utvecklandet av läroplaner kräver analyser av hur olika kognitiva modeller kan utvecklas som kan lägga en grund som kumulativt och generativt kan utvecklas i olika lärprocesser.

Läroplansforskning och didaktisk forskning handlar om att utarbeta och pröva modeller för hur kunskap väljs, hur den organiseras för lärande och hur själva villkoren för hur lärprocesserna kan utformas, samt hur resultatet kan bedömas och värderas. Dessa val, metoder och processer ökar i komplexitet. Att förklara till exempel ekologiska system, informationsteknik, globalisering och territoriella konflikter kräver avancerade kognitiva modeller. För att dessa tankemodeller ska kunna utvecklas under skolgången är det viktigt att utforma en kunskapsgrund och en värdegrund som är utvecklingsbar.

Såväl kunskapsgrund som värdegrund måste anpassas efter barns erfarenheter och ålder. Forskning inom detta område är en del av forskning inom "e-vetenskap". Simuleringar är en metod som gör det möjligt att förklara samband genom att i modellform kunna variera variabler och faktorer för att se hur detta påverkar modellen.

Nationellt och internationellt perspektiv

Tidigare forskning (1970-talet och framåt) kring kognitiva modeller tog ofta inte hänsyn till ålder eller lärandets sammanhang. Det har inneburit att alla som lär har behandlats på ett relativt enhetligt sätt. Tänkandet, lärandet och minnet har studerats utifrån tanken att finna regelbundenheter, många gånger i form av lagar. Även om frågan om inläringens relation till innehållet i det som lärs har varit en ständigt återkommande fråga sedan 1920-talet har en innehållsrelaterad forskning fått ett större utrymme först under senare decennier. Vad innebär det att tänka om begrepp i naturvetenskapligt sammanhang jämfört med begrepp i ett samhällsvetenskapligt sammanhang?

Genom att kopplingen mellan lärande och socialisation samt kognition och värderingar ofta finns med har sådan forskning lättare att hantera frågor om motivation och intresse i relation till de förväntningar som den lärande successivt utvecklar i samspel med stoff. De ovannämnda kopplingarna gör det möjligt att på ett naturligt sätt koppla över lärandet till frågor om "scientific literacy" och därmed till undersökningar om vilka undervisnings-sätt som bäst utvecklar individer så att de kan använda kunskaper i situationer som inbegriper, omdöme, utvärdering av alternativ, förmågan att översätta sina omdömen till handling och så vidare. Inte minst är svar på frågor av detta slag av avgörande betydelse för att kunna förstå hur människor hanterar information och kunskap och agerar för en hållbar utveckling.

I Sverige har funnits, sen tidigt femtiotal, en forskning inriktad mot att pröva framför allt nyttan av olika kunskapsurval. Under sjuttio- och åttiotalen kom läroplansteoretisk forskning i Sverige att få ett starkt internationellt genomslag, vilket tydligt framkommer i HSFR:s utvärdering av svensk pedagogisk forskning på nittio-talet. På nittio-talet har en ny didaktiskt orienterad forskning vuxit fram och under tjugohundratalet har med de satsningar UVK gjort, en ny didaktisk forskning vuxit fram som börjar få en internationell uppmärksamhet. Det gäller en rad områden inte minst matematikdidaktik, där ett nationellt center för matematikundervisning finns.

Frågan om progression inom naturvetenskaplig undervisning är idag är ett fokuserat område. Årets stora konferens arrangerad av "National Association of Research in Science Teaching" i USA har som tema policyfrågor som handlar om progression. I USA sker också satsningar på "Learning Science Centers" och i många europeiska länder finns det satsningar på utvecklandet av undervisningsmodeller. Problemet är att satsningarna i såväl USA som Europa har en svag forskningsunderbyggnad. Det finns intressant forskning men den tidigare forskningen har fokuserat mindre sekvenser och därför saknas till stor del forskning av progression över längre tidsspann. Forskningsfronten återfinns i USA och i Frankrike. I Sverige finns det två miljöer som har internationell förankring.

Om denna forskning skall bli internationellt ledande krävs en långsiktig kraftsamling i form av fasta forskningsresurser som möjliggör kapacitetsbyggande. Synnerligen viktigt är att verksamheten byggs upp i samarbete med internationellt ledande forskningsmiljöer.

Argument för ökat stöd till området

Det finns en rad starka argument för ett ökat stöd till didaktisk forskning inkluderande läroplansteoretisk forskning. Med de förändringar såväl skolväsendet som högskoleväsendet genomgår liksom den ökade pedagogiska funktion som förskolan tilldelas, är forskning kring hur kunskap väljs ut och organiseras för lärande av avgörande betydelse. Ett alltmer komplicerat samhälle liksom ett arbetsliv i ständig förändring ställer nya och starka krav på medborgarnas kunskaper. Utbildning är en investering för såväl individ som samhälle och ett lands utbildningsnivå är en ekonomisk konkurrensfaktor.

Effekter av ökat stöd till området

- bättre underlag för utbildningsplanering;
- långsiktiga effekter på kunskapsutvecklingen genom utbildningssystem;
- bättre underlag för utbildning av lärare.

BILAGA 1

Områdesindelning för utbildningsvetenskap

1. Utbildningshistoria

Forskning inriktad på att beskriva och analysera t.ex. ämnesutvecklingen inom olika utbildningssystem

2. Utbildningssystem

Forskning om betygs- och urvalssystem, läroplansteori, styrning och ledning, utbildningsekonomi, utbildningspolitik/policy, och liknande

3. Värdefrågor

Forskning om demokrati, etik- och moralfrågor, frågor inom pedagogisk filosofi och liknande.

4. Individens lärande

Forskning om kunskapsutveckling, IKT, frågor inom pedagogisk psykologi och utvecklingspsykologi med fokus på individen och liknande.

5. Grupprocesser

Forskning om kunskapsutveckling, IKT, frågor inom pedagogisk psykologi, utvecklingspsykologi och sociologiska studier med fokus på gruppen och liknande.

6. Didaktik

Forskning med inriktning på både allmänna och ämnesspecifika didaktiska frågeställningar, även inom specialpedagogik.

7. Professioner

Forskning om lärares arbete och yrkesidentitet, lärarutbildning, skolledares arbete, karriärval och vägledning och liknande.

8. Effektstudier

Forskning om reformers effekter, produktivitet, effektivitet och liknande.

Utvecklad infrastruktur – en förutsättning för framstående forskning

Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen ger en överblick av svensk forsknings långsiktiga behov av infrastruktur för forskning av högsta kvalitet inom alla vetenskapsområden. Guiden har tagits fram i samarbete med FAS, Formas, och VINNOVA och speglar såväl grundforskningens som den behovsmotiverade forskningens behov. Innehållet i guiden har påverkats av de utredningar som genomförts vid Vetenskapsrådet, den europeiska vägvisaren för infrastruktur, European Roadmap for Research Infrastructures, liksom synpunkter från universitet, högskolor, andra forskningsfinansiärer och enskilda forskare.

Med infrastruktur menas till exempel centrala eller distribuerade forskningsanläggningar, databaser eller omfattande datanät.

De forskningsinfrastrukturer som ingår i rapporten uppfyller några generella kriterier: de är av nationellt intresse, ger förutsättningar för världsledande forskning, är för omfattande för enskilda grupper, har en långsiktig planering och är öppet tillgängliga för forskare. Där efterfrågan är stor avgör prioriteringssystem baserade på forskningskvalitet vem som får tillgång till infrastrukturen.

Miljöer kring högklassig infrastruktur är inte bara centrala för forskningens utveckling, de genererar innovationer, påverkar samhällsklimatet och lockar begåvningar att söka sig dit. Näringsliv med behov av hög kompetens etablerar sig också gärna i närheten av dessa forskarmiljöer.

För att stärka svensk forskning på lång sikt rekommenderar Vetenskapsrådet följande åtgärder:

- Sverige bör aktivt medverka i utvecklingen av en gemensam internationell infrastruktur, i första hand genom att bidra till de femton högst prioriterade projekten från den europeiska samarbetsorganisationen ESFRI:s vägvisare. Vetenskapsrådet deltar idag i planeringen av sju projekt som bedömts vara särskilt intressanta. De är bioinformatikinfrastrukturen ELIXIR, neutronkällan ESS, systemet för högpresterande beräkningar PRACE, kärnfysikanläggningen FAIR, fenotypningsfaciliteten Infrafrontier, biodiversitetsinfrastrukturen LifeWatch och röntgenfrielektronlasern XFEL.
- Forskningsinfrastruktur bör samordnas på nationell nivå för att höja forskningskvaliteten och utnyttja resurser effektivare. Aktuella exempel är system för hantering av miljö- och klimatdata och samordning av biobanker.
- Nationella noder för samverkan med internationella infrastrukturer bör utvecklas. Det behövs även resurser på hemmaplan för utveckling av teknik, kunskap och metoder.
- Sverige bör erbjuda värdskap för en eller flera internationella infrastrukturer. Den europeiska neutronkällan ESS är ett exempel, andra möjligheter är synkrotronljusanläggningen MAX-IV och uppgradering av radaranläggningen EISCAT.
- Utvecklingen av e-vetenskapen innebär en revolution för många discipliner: e-infrastruktur för stora beräkningar, kommunikation och

lagring av data bör därför stärkas till gagn för alla forskningsområden.

Vid planering av forskningsinfrastruktur måste man ta hänsyn till hela livscykeln, från koncept och uppbyggnad till drift och avveckling. Vetenskapsrådet ser därför behov av nya bidragsformer som underlättar planering och befämjar långsiktighet och konkurrenskraft vid drift och användning av infrastruktur. Bland annat föreslås en långsiktig investeringsram för större infrastrukturinvesteringar. Vid finansiering måste dessutom en balans eftersträvas mellan investering och drift samt resurser för forskare att använda infrastrukturen.

För en mer detaljerad beskrivning av behov av infrastruktur för långsiktig världsledande forskning och argument för den, se "Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen": en sammanställning av Vetenskapsrådets prioriteringar och argument för ny infrastruktur i olika områden finns bl.a. i de sju områdesbeskrivningarna samt tabellerna 1A och 1B. Tabell 1A och 1B återges även här.

Tabell 1A. Se nästa sida.

Tabell 1B. Uppskattade behov av nya svenska investeringar i forskningsinfrastruktur enligt tabell 1A utöver nuvarande budget.

Område	Behov av investeringar i gemensam infrastruktur fram till 2012 (Mkr)
Astronomi, astro-, kärn- och partikelfysik	160
E-vetenskap	180
Planeten jorden	180
Humaniora och samhällsvetenskap	50
Materialvetenskap	220
Medicin och livsvetenskaper	400
MAX-IV *	1610
TOTALT	2800

* MAX-IV tar upp separat i tabellen eftersom den dels är tvärvetenskaplig (berör samtliga övriga områden i tabellen), dels medför ett investeringsbehov signifikant större än för något av områdena. Investeringar i byggnader förutsätts att göras av ett fastighetsbolag.

I tabell 1B framgår att det för att finansiera investeringarna av de högst prioriterade nya infrastrukturerna som redovisas i tabell 1A, behövs ett tillskott på ungefär 2,8 miljarder kr för fem år fram till 2012. Det finns alltså ett ökat medelsbehov på omkring 550 miljoner kr per år för de närmsta åren för uppbyggande av framtidens infrastruktur inom alla discipliner (inkluderande MAX-IV).

Det finns dessutom ett eftersatt behov av investeringar i utrustning för enskilda forskargrupper och institutioner vid universiteten. Investeringarna i

Tabell 1A.

	Typ av infrastruktur				Tidsperspektiv			Ekonomisk omfattning	
	Central eller distribuerad infrastruktur	Geografisk omfattning	Samarbetsform (Kategori A-F)	Ny infrastruktur/uppgradering	Beslut på kort sikt (<4år)	Beslut på medellång sikt (4-8år)	Beslut på lång sikt (8-15 år)	Uppskattad total investeringskostnad (Mkr)	Uppskattad driftskostnad (Mkr/år)
Astronomi, astro-, kärn- och partikelfysik									
E-ELT (Optiskt teleskop)	Centr.	Europeisk	Kat. A	Ny	X			7780	366
EURISOL (Anläggning för subatomär fysik)	Centr.	Europeisk	Kat. A	Ny			X		
FAIR (Accelerator för subatomär fysik)	Centr.	Europeisk	Kat. A	Ny	X			11 000	1100
ILC/CLIC (Elektron-positron kolliderare)	Centr.	Internationell	Kat. A	Ny			X		
SKA (Radioteleskop)	Centr.	Europeisk	Kat. A	Ny			X	10 500	900
eVetenskap									
SNIC/PRACE (Metacentrum för högpresterande datorsystem)	Distr.	Svensk/Europeisk	Kat. C/B	Uppgr.	X			1880-3760 (PRACE)	940-1880 (PRACE)
Energi**									
Planeten jorden									
DISC (Infrastrukturcentrum för databaser uppgrad. mot miljöforsk.)	Distr.	Svensk	Kat. C	Uppgr.	X				10
EISCAT (Radarsystem för studier av norrsken mm.)	Centr./Distr.	Internationell	Kat. B	Uppgr.	X			500	22
EMSO (Djuphavsbaserat observationssystem)	Centr.	Europeisk	Kat. B	Ny		X		1 500	200
ICOS (Anläggningar för växthusgasmätningar)	Distr.	Europeisk	Kat. B	Ny		X		2 250	130
LifeWatch (Förvaring och analys av biodiversitetsdata)	Distr.	Europeisk	Kat. B	Ny		X		3 700	700
Humaniora och samhällsvetenskap									
CESSDA (Databasnätverk inom socialvetenskap)	Distr.	Europeisk	Kat. B	Uppgr.	X			275	55
Språkteknologi/CLARIN (Språkteknologiprojekt)	Distr.	Svensk/Europeisk	Kat. C/B	Ny		X		990 (CLARIN)	92 (CLARIN)
ESS (Övergripande studie av sociala värderingar)	Distr.	Europeisk	Kat. B	Uppgr.	X			83	83
Materialvetenskap									
ESRF Uppgrade (Synkrotronlusanläggning)*	Centr.	Europeisk	Kat. A	Uppgr.		X		2 100	N/A
ESS (Anläggning för neutronspredning)*	Centr.	Europeisk	Kat. A	Ny	X			12 000	940
IRUVX - frielektronlaser	Distr.	Europeisk	Kat. B	Ny	X	X		6 840	600
ILL 20/20 (Neutronkälla reaktor)	Centr.	Europeisk	Kat. B	Uppgr.		X		1 400	N/A
MAX IV (Synkrotronlusanläggning)*	Centr.	Svensk/Nordisk	Kat. B alt. C	Ny	X			2 200	240
XFEL (Frielektronlaser)*	Centr.	Europeisk	Kat. A	Ny	X			9 000	760
Medicin och livsvetenskap									
BILS/ELIXIR (Bioinformatik)	Distr.	Svensk/Europeisk	Kat. C/B	Ny	X			5000 (ELIXIR)	65 (ELIXIR)
Biobanker/BBMRI (System för hantering av biologiska prover)	Distr.	Svensk/Europeisk	Kat. C/B	Ny	X			1500 (BBMRI)	130 (BBMRI)
EATRIS (Translationell forskning)	Distr.	Europeisk	Kat. C	Ny		X		7300	2700
Nationella teknikplattformar inom funktionsgenomik mm.	Distr.	Svensk	Kat. C alt. D	Ny	X	X		100 - 200	100-200
Swelmp/Infrafrontier (Musfaciliteter)	Distr.	Svensk/Europeisk	Kat. C/B	Ny	X			2900 (Infrafrontier)	320 (Infrafrontier)
N/A=Not applicable, driftskostnaden är inkluderad i investeringskostnaden									
* Används även i stor utsträckning inom Medicin och livsvetenskap									
** Fusionsreaktor ITER och dess vidareutveckling mot en energiproducerande reaktor finansieras av EU. Infrastrukturer under materialvetenskap i tabellen är samtliga relevanta för energiområdet. Dessutom är flera av projekten under Planeten jorden betydelsefulla för övervakning av effekter inom energisektorn.									

utrustning har sjunkit drastiskt under 2000-talet. För att stärka universitetens utrustningsnivå erfordras ökade investeringar i instrumentering på omkring 400 miljoner kronor årligen. Investeringarna skulle då åter nå upp till en nivå motsvarande den år 2000.

Med ökade investeringar för gemensam nationell eller internationell forskningsinfrastruktur följer också ett ökat behov av bidrag till drift när respektive infrastruktur är klar att tas i bruk. Eftersom uppbygganden sker successivt och de flesta enskilda projekt tar några år att konstruera, finns det behov av att de totala bidragen progressivt ökas. En uppskattning är att driftsbidragen till forskningsinfrastruktur behöver vara minst 250 miljoner kronor högre per år 2012 jämfört med dagens nivå.

År 2012 bör alltså den årliga nivån på investeringar i infrastruktur och driftsbidrag till dessa ligga c:a 800 miljoner över dagens nivå. Dessutom behöver universitetens investeringar i utrustning ökas enligt ovan (visst överlapp med infrastrukturinvesteringar finns).

Med utgångspunkt från Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen och ämnesrådets strategier förs här fram några styrkeområden för svensk forskning där utnyttjandet av befintlig och planerad forskningsinfrastruktur spelar en avgörande roll. De är samtliga områden där svensk forskning har stor framtida potential för genombrott, kan skaffa sig en ledande position och där man kan skönja betydande effekter för samhället. Områdena är e-vetenskap, nanovetenskap och biobanker.

Området e-vetenskap

E-vetenskap är ett samlingsbegrepp som innefattar tre komponenter: (1) datorinfrastruktur (t.ex. datanät och datorsystem för storskaliga beräkningar och datalagring), (2) metoder och program som effektivt använder infrastrukturen (t.ex. algoritmer, beräkningsprogram, program för analys och hantering av data, och grid-programvara), och (3) den forskning som använder verktygen i (1) och (2) för att nå vetenskapliga framsteg. E-vetenskap är ett generellt begrepp med relevans inom i stort sett alla vetenskapsområden. En utökad satsning på infrastruktur och forskning inom e-vetenskap uppfattas som angelägen för såväl framgångsrik frontlinjeforskning som för näringslivets och samhällets utveckling i stort. Utökning av kommunikation och informationshantering inom forskningen är en viktig förutsättning för globalisering som ger naturliga möjligheter att över hela jorden koppla samman forskargrupper, beräkningsresurser, databaser och instrument. Begreppet e-vetenskap innefattar naturligt en komponent av internationellt samarbete och en komponent av skapandet av virtuella forskningsmiljöer.

Inom naturvetenskap beskrivs ”beräkning” som forskningens tredje stöttepelare – ett nödvändigt komplement till teori och experiment – och det är dessa tre komponenter i samverkan som är drivkraften till nya stora genombrott inom modern natur- och teknikvetenskaplig forskning. I vissa sammanhang har användningen av e-vetenskap en ännu tydligare särställning, som en direkt ersättning för verkliga experiment där sådana är omöjliga eller för dyrbara att genomföra. Det kan t.ex. röra sig om mekanismer för hur hjärnan fungerar, prognoser för globala klimatförändringar, modeller för hur galaxer kolliderar, eller effekterna av radioaktiva utsläpp i miljön. Inom livsvetenskaperna kan e-vetenskap erbjuda möjligheter att ersätta eller minimera experiment som är oetiska eller kontroversiella av andra anledningar. Användningen av e-vetenskap växer också kraftfullt inom humaniora och samhällsvetenskap. Där är datorbaserade verktyg, tillsam-

mans med digitaliserade källmaterial såsom registerdata, ofta ett nödvändigt komplement till mer traditionell metodik.

En av de mest centrala delarna av e-vetenskapen är den metodologiska forskning som rör de beräkningsmetoder och den mjukvara som krävs för att bygga upp de datorbaserade forskningsverktygen och koppla ihop datorerna i grid-system. Denna beräkningsinriktade forskning har många namn - förutom begreppet e-vetenskap så används ofta *beräkningsvetenskap*, *beräknings-teknik* och *teknisk-vetenskapliga beräkningar* (eng. *Scientific Computing and Computational Science (and Engineering)*). De datorbaserade metoderna och verktygen utvecklas ofta nära sitt disciplinära sammanhang, vilket definierar delområden som t.ex. beräkningsfysik, beräkningskemi och beräkningsmekanik, vilka alla är drivande i den pågående expansiva utvecklingen av området.

Genom tillgången till kraftfulla parallella datorsystem och effektiv, lättanvänd programvara byggd på moderna högpresterande och robusta algoritmer kan simuleringar och beräkningar utföras för att studera nya klasser av problem. På samma sätt ger tillgång till storskaliga databaser och effektiva analysverktyg möjligheter att lösa nya forskningsproblem inom medicin, humaniora och samhällsvetenskap. Till exempel är Sveriges befolkningsregister, som bland annat finns vid SCB och Socialstyrelsen, en resurs för forskarsamhället som saknar motstycke utanför Norden. Registerhållningen över hela befolkningen och systemet med personnummer ger unika förutsättningar att studera angelägna, tvärvetenskapliga frågor kring sambandet mellan samhällsförhållanden, ekonomi och hälsa. Sverige har unika förutsättningar för ledande forskning genom sådana registerbaserade data, men dessa är i dagsläget underutnyttjade. Den nya teknik som erbjuds genom federerade databaser inom e-vetenskap öppnar möjligheten till ett mer effektivt utnyttjande av befintliga data för spetsforskning som inte är möjlig i andra länder, liksom till ett bibehållet och förstärkt personskydd. Detta kan vara nyckeln till att ge svensk medicinsk, epidemiologisk och samhällsvetenskaplig forskning en än mer ledande ställning i världen utan att äventyra medborgarnas och lagstiftarnas krav på skydd för den personliga integriteten.

Nationellt perspektiv

Antalet forskargrupper i Sverige inom e-vetenskap – definierat som ovan – kan uppskattas till flera hundra. Under 2007 beviljade Vetenskapsrådet totalt c:a 250 miljoner kr till området, varav 150 miljoner kr utgjordes av 67 st. projektbidrag.²⁶

En viktig resurs för forskare inom e-vetenskap är den datortid som SNIC (Swedish National Infrastructure for Computing) tilldelar efter peer review bedömning av projektansökningar. SNIC är ett metacentrum, organiserat inom Vetenskapsrådet, som samlar sex centra för storskaliga beräkningar och grid-infrastruktur vid svenska universitet och högskolor. SNIC koordinerar investeringar gjorda av Vetenskapsrådet och andra finansierare i storskalig dator-, grid- och lagringsinfrastruktur för akademisk forskning i Sverige. SNIC deltar också för svensk räkning i de stora europeiska samarbetsprojekt som just nu initieras inom dessa områden, t ex PRACE (storskaliga beräkningar) och EGI (europeisk grid-infrastruktur). SNICs huvudmål är att tillhandahålla en balanserad uppsättning resurser för beräkningar och datalagring som på ett kostnadseffektivt sätt tillgodoser nuvarande och framtida användares behov. Majoriteten av användarna finns

²⁶ För att erhålla bidrag från Vetenskapsrådet krävs normalt att forskningen är världsledande eller håller mycket hög vetenskaplig kvalitet.

ännu inom fysik och kemi, men under senare år har utnyttjandet av beräkningsresurser ökat starkt och dessutom spritt sig till ett allt bredare spektrum av användargrupper. Ett exempel på ett område med kraftigt ökande beräkningsbehov är simuleringar av geofysikaliska förlopp, t ex inom klimatforskning. Dessutom sker just nu en kraftig ökning av forskargrupper som har nya behov av storskalig datalagring, t ex inom biologi, medicin och rymdfysik. SNIC bygger upp och utvecklar en generell forskningsinfrastruktur som kan användas på ett flexibelt sätt av forskare inom en mängd områden. Bland annat visar övriga beskrivningar i detta dokument och utvecklingen inom ESFRI att allt fler svenska forskare kommer att få storskaliga beräknings- eller lagringsbehov som kan tillgodoses genom SNIC:s försorg. För närvarande satsar Vetenskapsrådet 63 miljoner kronor per år inom SNIC.

Resurser för forskning med databaser byggs för närvarande upp genom Vetenskapsrådets satsning inom ramen för DISC (Database Infrastructure Committee) (drygt 50 miljoner kr per år). Här kan nämnas satsningen på MONA (Microdata Online Access) där olika myndigheters registerdata tillhandahålls online. Vetenskapsrådet har här genom DISC satsat 21 miljoner kr över en treårsperiod för att tillgängliggöra data och dokumentera dem, samt för direkt support till forskare som använder systemet. DISC har planer på att fortsätta stödja driften av detta system, speciellt om det visar sig möjligt att inlemma i ett federerat databassystem tillsammans med forskardata som förvaras på andra håll. DISC bygger också upp Svensk nationell datatjänst som en nationell nod för arkivering av data och som ska ingå i ett europeiskt nätverk. DISC genomför också f.n. en pilotstudie vad avser federerade databaser som i årets budget har en blygsam tilldelning (600 Tkr), men som förväntas växa. Vi vill studera möjligheten att i framtiden bygga ut detta projekt till ett reguljärt system som också kan komma att innefatta samordning av biobanksdata.

Sverige har alla förutsättningar att skapa den biomedicinska infrastrukturen som visionärerna drömmer om. NIH har nyligen lanserat ett webbaserat gränssnitt för tillgängliggörande av biomedicinska data från storskaliga befolkningsbaserade genetiska studier som resultat av genombrottet inom humangenetiken 2007. Sverige får inte missa chansen att göra en kraftsamling för att skapa en unik infrastruktur på detta område. Utredningen om klinisk forskning påpekade nyligen vikten av biobanker i forskningen och föreslog en större satsning på en nationell infrastruktur i linje med de förslag som Vetenskapsrådets biobanksutredning föreslår.

Internationellt perspektiv

Nedan återges några exempel på hur program och förslag till satsningar inom e-vetenskap tar sig uttryck i våra nordiska grannländer, Europa och USA. För mer detaljerade beskrivningar, inklusive olika satsningars faktiska utformning och budget hänvisas till respektive källa. Ett svenskt perspektiv på internationell infrastruktur inom SNICs verksamhetsområde kan man få i ett appendix i SNICs landskapsdokument.

Två tongivande dokument som beskriver behovet av beräkningsinriktad forskning är rapporten *Computational Science: Ensuring America's Competitiveness* utgiven av "US President's Information Technology Advisory Committee" (PITAC) och *Cyberinfrastructure Vision for 21st Century Discovery*, från "the National Science Foundation" (NSF) Nedanstående två citat är hämtade från PITAC-rapporten.

“While it is itself a discipline, computational science serves to advance all of science. The most scientifically important and economically promising research frontiers in the 21st century will be conquered by those most skilled with advanced computing technologies and computational science applications.”

“Together with theory and experimentation, computational science now constitutes the “third pillar” of scientific inquiry, enabling researchers to build and test models of complex phenomena – such as multi-century climate shifts, multidimensional flight stresses on aircraft, and stellar explosions – that cannot be replicated in the laboratory, and to manage huge volumes of data rapidly and economically. Computational science’s models and visualizations – of, for example, the microbiological basis of disease or the dynamics of a hurricane – are generating fresh knowledge that crosses traditional disciplinary boundaries. In industry, computational science provides a competitive edge by transforming business and engineering practices.”

PITAC- och NSF-rapporterna är två exempel på tunga amerikanska rapporter som entydigt pekar på behovet av ytterligare satsningar på beräknings-teknik. Rapporterna uppvisar en slående samstämmighet angående det samlade vetenskapssamhällets stora behov av starka satsningar på beräk-ningsvetenskaplig forskning.

På den europeiska arenan har Storbritanniens mycket omfattande satsning inom e-vetenskap varit vägledande sedan den inleddes 2001. Satsningen är mycket bred och griper över forskning med hemvist på samtliga brittiska forskningsråd. Illustrativa exempel på denna satsnings utformning finns i bl a en rapport från ”OSI e-Infrastructure Working Group”: *Developing the UK’s e-infrastructure for science and innovation*, och en utgångspunkt för ytterligare information är programmets webbsida på Research Councils UK. Programmet har influerat satsningar inom e-vetenskap över hela Europa. Vad gäller europeisk forskningsinfrastruktur, inklusive e-vetenskap, så har ESFRI utfört en omfattande kartläggning av behov och resurser och utformat en europeisk vägkarta, vilket även ”the e-Infrastructures Reflection Group (e-IRG)” har gjort.

I Norden är Norge föregångare i utformningen av ett genomgripande program för e-vetenskap, eVITA, som inkluderar både infrastruktur och beräkningsvetenskaplig forskning. Behovet av liknande satsningar har identifierats också på andra håll i Norden, och bland annat manifesterats i en utredning om ett finländskt program för e-vetenskap och i att Nordiska Ministerrådets initierat en samnordisk satsning på e-vetenskap.

Inom Sverige organiseras infrastrukturen för e-vetenskap sedan år 2006 av Vetenskapsrådet via Kommittén för Forskningens Infrastrukturer (KFI) och dess beredningsgrupp för e-vetenskap. Under KFI/e-vetenskap är infrastrukturen för den beräkningsinriktade delen av e-vetenskap sedan tidigare organiserad inom SNIC. Såväl SNIC som KFI har nyligen dokumenterat ambitiösa och långsiktiga framtidsplaner. Hittills har den svenska satsningen inom e-vetenskap huvudsakligen inriktats mot en påbörjad uppbyggnad av en långsiktig, uthållig och ändamålsenlig infrastruktur.

Denna infrastruktursatsning kompletteras nu med början till en motsvarande och sammanhållen forskningssatsning inom e-vetenskap inom ramen för DISC. Verksamheten innefattar i dagsläget utveckling av prototyper för databashantering av federerade databaser, utveckling av MONA inom ramen för SCB, och utredning av de rättsliga förutsättningarna

för en gemensam infrastruktur baserad på elektroniskt utbyte av data. DISC har också medverkat i inrättandet av operativa organ för databashantering inom olika områden, Svensk nationell datatjänst (SND) vars verksamhet inom humaniora, samhällsvetenskap och epidemiologi just har inletts vid Göteborgs universitet, och vars verksamhet inom klimat- och miljödataområdet för närvarande är föremål för utannonsering. Syftet med dessa verksamheter är ett ökat samutnyttjande av gemensamma datakällor och ökad tillgång till myndighetsdata med hjälp av tekniker utvecklade inom e-vetenskap.

Under år 2007 genomförde KFI en utredning över svenska biobanker som infrastruktur inom biomedicinsk forskning. Utredningen som nu remissbehandlas visar tydligt behovet av att forskningsfinansiärer och myndigheter, inklusive sjukvårdens huvudmän gör en kraftanstängning i att skapa en hållbar infrastruktur som utnyttjar våra befolkningsbaserade register, sjukvårdens kvalitetsregister, biobanker och modern medicinsk teknik.

Effekter av ökat stöd till området

För att bibehålla och ytterligare stärka Sveriges internationellt starka ställning inom e-vetenskap krävs en kraftfull nationell satsning på forskning kring metodologiska problem- och frågeställningar, inklusive metoder, algoritmer och programvara för storskalig, effektiv användning av infrastruktur i form av högpresterande datorer, nätverk, grid-system, visualiseringssystem och forskningsdatabaser. Till exempel krävs stora forskningsinsatser för att utveckla dagens grid-infrastruktur till att bli en effektiv infrastruktur för ett brett spektrum av vetenskapsområden och motsvarande insatser behövs för att möjliggöra en enkel och effektiv användning av de massivt parallella datorsystem som blir allt viktigare forskningsverktyg inom många vetenskapsfält. Det krävs också stora insatser för att utveckla programvara och organisation för att öka användbarheten av grid-tekniken för vetenskapliga applikationer som använder federerade databaslösningar.

Populationsregistren är idag en kraftigt underutnyttjad forskningsresurs. Det krävs målmedvetna infrastrukturinsatser för att förbättra tillgänglighet, dokumentation och standardisering, samt etablera effektiva och säkra rutiner för att koppla registerdata till andra datakällor. Parallellt med en infrastruktur behövs en riktad satsning på forskning som utnyttjar denna och stödjer arbetet med dokumentation och standardisering. Ett sådant initiativ kommer att ge internationell dragkraft och skapa förutsättningar för världsledande forskning inom flera specialområden. Initiativet har inletts av DISC inom ramen för MONA-projektet, men behöver utökade resurser och ökad uppmärksamhet. Andra myndigheter än SCB behöver involveras i arbetet och systemen för att koppla samman forskardata med myndighetsdata behöver utvecklas.

I det nordiska samarbetet inom området har man bl a begärt in förslag om forskningsinsatser som inte kan komma till stånd utan de resurser och metoder som är kännetecknande för e-vetenskap (stora utmaningar). Närmare trettio förslag kom in varav sex från svenska universitet och högskolor. Typiskt kräver de tillgång till ett stort antal processorer för beräkningar, resurser som de dock har svårt att få beviljade inom SNICs ansöknings-system SNAC (Swedish National Allocations Committee).

Ett ökat stöd skulle ge förutsättningar att öka tillgången till högpresterande datorsystem och lagringsutrymme för de projekt som behöver detta och därigenom skulle fler forskningsidéer kunna förverkligas med ökad konkur-

rens och bättre kvalitet som resultat. Under de senaste åren har Vetenskapsrådet tvingats avslå ansökningar om ny datorutrustning från forskargrupper som vid behandlingen i beredningsgrupperna bedömts ha utomordentligt hög kvalitet.

Ett ökat stöd skulle också ge förutsättningar för att skapa gemensamma lösningar vad avser instrument och data för insamling och analys. För närvarande finns exempelvis stora behov av att skapa gemensamma resurser för forskning om det svenska språket (en svensk databas med ett representativt urval av texter och tal) och skilda aspekter av den svenska kulturen. Sådana satsningar kräver stora resurser, men kommer i och med de möjligheter som bjuds inom ramen för e-vetenskap att innebära en ökad kostnadseffektivitet i svensk forskning.

Nanovetenskap

Nanovetenskap handlar om hur man med nanometerstora (1 nanometer = en miljondels millimeter) byggstenar och strukturer kan bygga upp material och komponenter med helt nya och unika egenskaper. Vetenskapligt innebär detta att utveckla metoder för att tillverka och hantera byggstenar på nanonivå, att avbilda och mäta dessas egenskaper, att söka förstå relationen mellan nanostrukturer och dess egenskaper, samt att skraddarsy komplexa nanostrukturer med funktionella egenskaper av betydelse för fysiska, kemiska, biologiska eller medicinska processer och tillämpningar.

Forskning på nanoskala har utvecklats sedan lång tid tillbaka, t.ex. inom olika delar av materialvetenskap och elektronik. Nanovetenskapen blev ett allmänt känt begrepp som fick stor uppmärksamhet runt millennieskiftet, bl.a. genom ett omfattande amerikanskt forskningsprogram sjösatt av president Clinton. Många länder följde efter med nationella nanovetenskaps- och nanoteknologiprogram. Satsningarna följer på flera tekniska genombrott för att tillverka nanostrukturer och för att kontrollera, manipulera och studera dem. Utvecklingen ledde till enorma förhoppningar om tillämpningar på kort tid.

Nanovetenskap har idag blivit ett tvärvetenskapligt forskningsfält där grundvetenskapliga discipliner som fysik, kemi och biologi ofta samverkar på en gemensam arena kring kunskapsuppbyggnad och metodutnyttjande. Nanovetenskapen framstår tydligt som ett strategiskt viktigt forskningsområde med stor långsiktig potential för samhället i tillämpningar som bl.a. rör elektronik, energi, materialteknik, bioteknik och medicin, men där det även handlar om att hantera säkerhet och etik. Några konkreta exempel på tillämpningsområden är: nya hårda ytbeläggningar, ultralätta och starka material, högeffektiva katalysatorer med skraddarsydd reaktivitet för förbränningsmotorer eller bränsleceller, sensorer för vissa specifika molekyler, temperaturförändringar eller elektromagnetisk strålning, snabbare, mindre och effektivare mikroelektronikkomponenter, effektivare ljuskällor, solceller med avsevärt ökad prestanda och selektiva läkemedelsbärare som kan hitta till specifika celler.

I denna framställning antas ett perspektiv på nanovetenskapen utifrån några av de avancerade verktyg och infrastrukturen som krävs för framgångsrik nanovetenskaplig forskning. Andra aspekter behandlas av övriga ämnesråd.

Det sker en snabb utveckling av avancerade verktyg för nanovetenskapen och nanotekniken. De går huvudsakligen ut på att dels tillverka eller

manipulera nanostrukturer med hög precision och med olika komplexitetsgrader, ända ner till atom- och molekylnivå, ibland med kombinationer av t.ex. metaller och biomolekyler i komplicerade mönster, och dels på att förstå nanostrukturers egenskaper genom olika typer av kraftfulla avbildande och analytiska metoder på nano- och atomnivå.

För tillverkning och manipulering av nanostrukturer finns ett otal tekniker, vilka kan klassificeras i ett ”nerifrån-och-upp”- samt ett ”uppifrån-och-ner”-perspektiv. I det första fallet tillverkas nanostrukturer genom att de byggs upp kemiskt från atomer och molekyler genom olika typer av självorganiserande processer. I ”uppifrån-och-ner”-metoden skulpteras nanostrukturer fram av intensiva elektron-, jon-, eller röntgenstrålar. Små nanostrukturer ställer extrema krav på fokusering och stabilitet av strålen.

För studier av nanostrukturer och deras egenskaper utvecklas allt kraftfullare tekniker, t.ex. elektron- och tunneltmikroskop, magnetresonanstekniker, röntgentekniker vid synkrotronljusanläggningar och neutronspridningstekniker vid reaktorer och spallationsanläggningar. Omfattande beräkningar och datorsimuleringar på superdatorer är också avgörande för förståelsen av nanostrukturers egenskaper och nya fenomen. Dessutom kräver utnyttjande av nanoteknologin i många fall hantering i extremt ren miljö, s.k renrum som också är väl isolerade från störande vibrationer och elektromagnetisk strålning.

Nationellt perspektiv

Sverige är ett av de få länder som inte har haft en samlad nationell strategi för nanovetenskap och nanoteknik. Vi har dock en internationellt framstående forskning i delar av detta mycket breda forskningsområde.

Att vi har en framgångsrik forskning trots avsaknaden av en samlad strategi för området beror på en rad mindre och delvis okoordinerade satsningar. En sådan satsning var det initiativ dåvarande Naturvetenskapliga forskningsrådet tog tillsammans med STU (senare NUTEK och Stiftelsen för strategisk forskning) i slutet på 1980-talet för att bilda ett tiotal så kallade materialkonsortier, med huvudsakligen tvärdisciplinära nanovetenskapliga inriktningar exempelvis inom nanoelektronik och fotonik till biomaterial, en kunskapsbas vars existens idag är av helt avgörande betydelse för Sveriges nuvarande position inom nanovetenskapen.

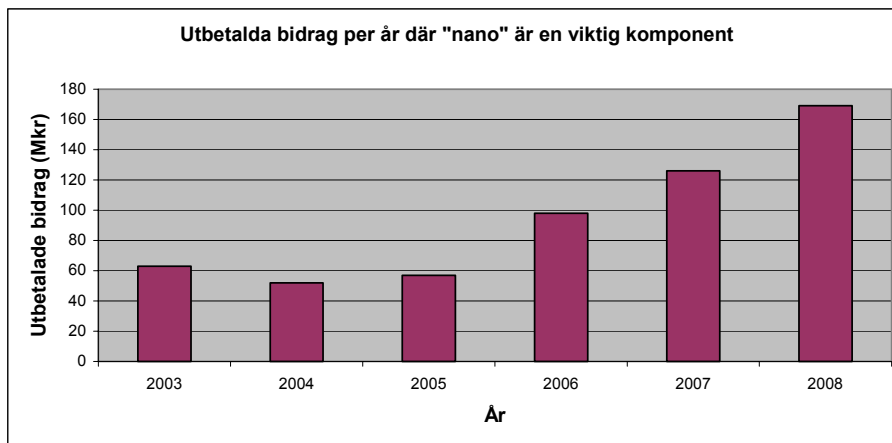
Andra avgörande satsningar har gjorts av flera universitet som oberoende av varandra investerade i stora avancerade renrum för mikro- och nanoteknik vilka utrustades med avancerade instrument finansierade av forskningsråd och stiftelser. Idag har det genom samverkan från statliga forskningsfinansiärer och stiftelser etablerats en nationell infrastruktur, MyFab, kring de större renrummen, en infrastruktur som är öppen för användning från forskargrupper vid andra universitet och i nya discipliner. MyFab har idag ungefär 450 användare per år, samt ett 40-tal aktiva företagskunder.

Den starka utvecklingen av synkrotronljusanläggningen vid den nationella anläggningen MAX-lab, speciellt tillkomsten av MAX-II, har starkt bidragit till nanoområdets utveckling genom att ge svenska forskare unika förutsättningar för att studera materials struktur och egenskaper på nanometernivå. Mer än 600 forskare från de flesta svenska universitet, men även med stor nordisk och internationell medverkan, använder MAX-lab idag.

Bildandet av den nationella distribuerade infrastrukturen för omfattande beräkningsresurser, SNIC (2003), har lett till betydligt förbättrade förutsättningar för beräkningar och simuleringar inom området (liksom för

andra områden). Beräkningsområdet är dock i ständig utveckling mot allt snabbare datorer och även genom utveckling av gridtekniker.

Idag har Sverige flera internationellt mycket framstående forskargrupper inom nanoområdet, vilket visas bl.a. i Vetenskapsrådets utvärdering av kondenserade materiens fysik (2005) samt i utvärderingen av de materialkonsortier som finansierats av Stiftelsen för strategisk forskning. Ansökningar till Vetenskapsrådet, i vilka nanovetenskap utgör en viktig komponent av projektet, har blivit allt framgångsrikare under senare år (se figur 3 nedan som visar utvecklingen av beviljade medel).



Figur 3. Utvecklingen av beviljade projektmedel till nanovetenskapsområdet (definierat som att nanovetenskap utgör en väsentlig del av ett projekt).

Sverige har också en väl utvecklad infrastruktur för fortsatt framgångsrik forskning inom nanoområdet genom för tillverkning och analys i avancerade renrum och möjligheter till omfattande simuleringar och beräkningar. Förutsättningarna för en satsning på nanovetenskap är goda.

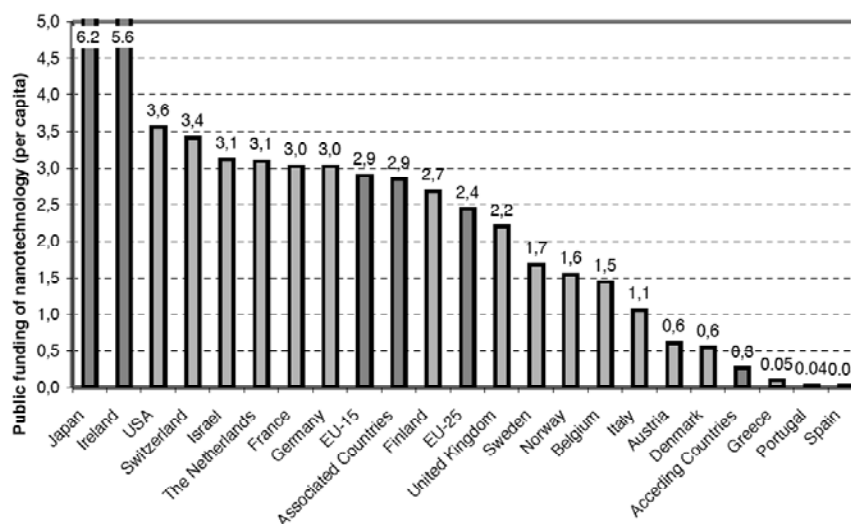
Internationellt perspektiv

De flesta länder med utvecklad forskning har stora satsningar på nanovetenskap. Runt millennieskiftet gjorde USA och Japan uppmärksammade nationella satsningar på nanovetenskap och nanoteknik (National Nanotechnology Initiative). Flera europeiska länder följde snabbt efter och även EU sjätte ramprogram kom att innehålla en förhållandevis stor satsning inom nanoområdet.

I december 2007 publicerades en omfattande uppdatering av den strategiska planen för USA:s National Nanotechnology Initiative av "Executive Office of the President, Office of Science and Technology Policy" (se http://www.nano.gov/NNI_Strategic_Plan_2007.pdf). Den berör ett totalt ett tiotal olika federala myndigheter i USA och omfattar fyra större gemensamma mål:

- Ett världsklassigt forsknings- och utvecklingsprogram i nanovetenskap och nanoteknik.
- Överföring av nya teknologier till produkter för kommersiell och offentlig användning
- Uthålliga resurser för utbildning, kompetens samt infrastruktur och verktyg för att föra nanotekniken framåt
- Ansvarsfull utveckling av nanotekniken

I en rapport om EU:s policy för nanovetenskap och nanoteknik för 2005 – 2009 redovisas i ett diagram olika nationers offentliga medel till nanoområdet per capita under 2003 (figur 4). Man kan notera att den svenska finansieringen ligger under EU-genomsnittet och mycket långt efter (mindre än hälften av medel per capita) ledande nationer som Japan, Irland, USA och Schweiz.



Figur 4. Jämförande offentlig finansiering per capita till nanoområdet under 2003 i de första 15 EU-länderna (EU-15), de första 25 EU-länderna (EU-25), vissa av de dåvarande (2003) kandidatländerna (CZ, LV, LT, SI), de huvudsakliga anslutna länderna (CH, IL and NO), samt USA och Japan.

Flera av de infrastrukturer som föreslås för gemensamma europeiska satsningar enligt ESFRI:s vägkarta utgör avancerade redskap för nano- och materialvetenskaplig forskning. t.ex. neutronkällan ESS och synktronljus-anläggningen MAX-IV, som båda föreslås förläggas till Lund, men även t.ex. röntgenfielektronlasern XFEL i Hamburg, uppgraderingar av den europeiska synktronstrålningsfaciliteten ESRF och den europeiska reaktorbaserade neutronkällan ILL (Institut Lau-Langevin), det omfattande nanotekniknätverket PRINS, samt beräkningsinfrastrukturen PRACE.

Några exempel på större existerande anläggningar i Europa för nanoforskning är de stora renrummen och nanolaboratorierna IMEC i Leuven (Belgien) och Minatec i Grenoble (Frankrike) som är mångdubbelt större än de svenska renrummen och som drivs i direkt samverkan mellan akademi och näringsliv. Även Tyskland och England har satsat på flera omfattande nanolaboratorier med stora renrum. Flera nya synktronlusanläggningar för röntgenstrålning har byggts under senare år i Europa, bl.a. har Diamond vid Rutherford-Appleton Laboratory (Storbritannien), Soleil utanför Paris (Frankrike) nyligen tagits i bruk och i Barcelona (Spanien) och Hamburg (Tyskland) (Petra III) pågår konstruktion. I München (Tyskland) och Villigen (Schweiz) har man nyligen byggt neutronkällor som har varit i bruk en handfull år.

Argument för ökat stöd till området

- Nanovetenskapen har stor potential för framtida vetenskapliga genombrott. Man kan även förvänta sig en mängd olika tillämpningar av nanoteknik i allt från elektronik till energiteknik och medicin.

- Nanovetenskapen är ett område som ligger till grund för nya tvärvetenskapliga och även mer tillämpade områden och är således viktig för många andra forskningsfält
- Området är högt prioriterat av ledande forskningsnationer
- I den senaste undersökningen (2003) av satsade offentliga medel per capita inom nanovetenskap och nanoteknik ligger Sverige klart under EU genomsnittet och med ett belopp som är mindre än hälften av de ledande nationerna i fältet
- Det finns idag ingen samlad nationell satsning på nanovetenskap och nanoteknik i Sverige, till skillnad från de flesta länder med väl utvecklad forskning.
- Det finns ett flertal internationellt ledande forskargrupper i delar av den breda nanovetenskapen i Sverige, tack vare tidigare framsynta satsningar under 1990-talet.
- Sverige behöver utveckla en omfattande kompetens inom nanoområdet för att ta till vara på landvinningar som med stor sannolikhet kommer att leda till nya teknologier för såväl existerande traditionell industri som för framväxande nytt näringsliv.
- Satsningar på att ge svenska forskargrupper tillgång till de bästa verktygen inom nanoområdet ger konkurrensfördelar och anledning för internationellt ledande forskare att söka till Sverige för samarbeten eller för permanent verksamhet.
- Renrumsinfrastrukturen MyFab behöver utvecklas ytterligare. Samtidigt avslutas det tillfälliga stödet från forskningsstiftelser år 2009.
- En realisering av både ESS och MAX-IV i Lund skulle innebära att världens överlägset kraftfullaste centrum för experimentell analys av nano- och materialvetenskap byggs upp i Sverige. Detta skulle bl.a. innebära ett betydande inflöde av internationella forskare i dessa områden, vilket ger Sverige och Norden helt unika möjligheter för forskning och för högteknologiska företag relaterade till dessa forskningsområden. Den nanovetenskapliga forskningen vid svenska universitet skulle stärkas avsevärt såväl i kvalitet som i kvantitet.
- Uppbyggnad av unik infrastruktur innebär att tillräckliga resurser behöver finnas på svenska universitet för att bedriva forskning inom nanovetenskap, materialvetenskap, bioteknik, nanomedicin etc.

IVA har nyligen bedrivit ett arbete med att etablera en svensk strategi för nanovetenskapen. I rapporten från år 2007 föreslås bl.a. att (1) stärka den nanotekniska kompetensen inom grundläggande tekniskvetenskapliga discipliner, (2) stärka basforskning i gränsområden mellan kemi, fysik och biomedicin, (3) skapa en nanoteknisk verktygslåda och stärka forskningsinfrastrukturen för nanoteknik, (4) göra riktade tematiska satsningar på nanoteknik med stor tillämpningspotential (energiteknik inkl miljöaspekter, IT och elektronik, bioteknik och medicin, livsmedelsteknik, materialteknik, inkl ytbehandling, (5) främja teknikspridning och kommersialisering, samt att (6) hantera nanoteknikens risker.

Effekter av ökat stöd till området

Ett flertal av de fjorton stora utmaningar som har satts upp av "National (US) academy of engineering" kräver omfattande grundforskning och tillämpad forskning inom nanovetenskap (se <http://www.engineeringchallenges.org/cms/challenges.aspx>). Utmaningarna är:

- Gör solenergin ekonomiskt lönsam
- Ge energi med fusionsteknik
- Utveckla kolin fångningsmetoder
- Skaffa kontroll över kvävecykeln
- Ge tillgång till rent vatten
- Restaurera och utveckla urban infrastruktur
- Utveckla hälsoinformatik
- Utveckla bättre mediciner
- Återkonstruera hjärnan
- Förhindra kärnvapenterror
- Vidareutveckla virtuell verklighet
- Gör den virtuella världen säker
- Utveckla individuell inläring
- Konstruera verktyg och infrastruktur för vetenskapliga upptäckter

En satsning på nanovetenskap skulle bl.a. ge svenska forskare betydligt ökade möjligheter att kraftfullt anta dessa utmaningar och därmed bidra såväl till grundläggande kunskapsuppbyggnad som långsiktigt till samhällets utveckling.

Biobanker

Möjligheten till framgångar inom biomedicinsk, epidemiologisk och klinisk forskning vilar till stor del på våra biobanker. Vävnadsprover med vidhängande biologiska och kliniska data är nödvändiga resurser för att studera biologiska processer och förstå deras funktion i ett större sammanhang. Detta gäller för biologi på samtliga nivåer, från molekylär karakterisering av biologiska system till klinisk utvärdering av läkemedel.

Genom utvecklingen inom en rad forskningsområden de senaste åren har det öppnats nya möjligheter att utvinna och tolka data från vävnads-material. Bland annat kan dagens teknikplattformar inom genomik och proteomik (studier av arvs massa och proteiner) användas för effektiv identifiering av nya biomarkörer, förståelse för geners funktioner och för de komplicerade mekanismer som ligger bakom olika sjukdomsförlopp hos till exempel cancer, hjärt- och kärlsjukdom och diabetes. Biobankernas värde ligger också till stor del i de register och sjukjournaler som kan kopplas till vävnadsproverna varför forskningen också är beroende av utvecklingen inom avancerad informatik.

Nationellt perspektiv

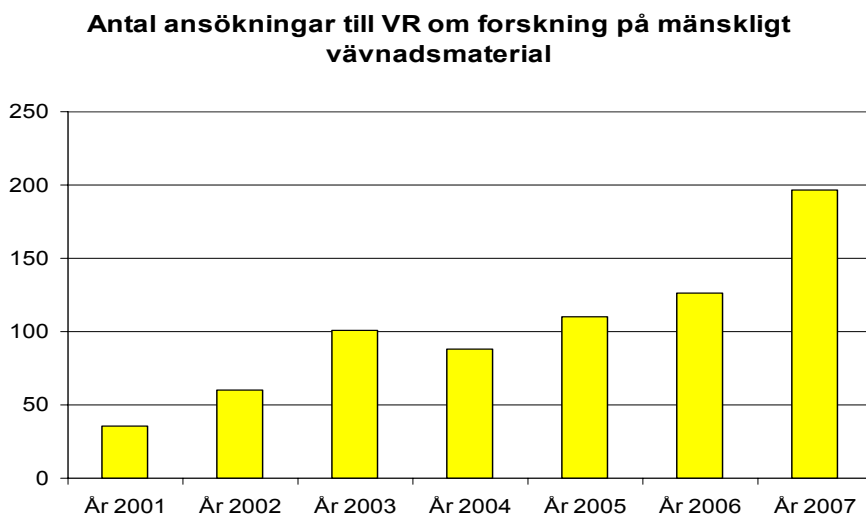
Sverige har en lång tradition inom både forskning och sjukvård att spara insamlade vävnadsprover och tillhörande patientdata. Detta har resulterat i att vi nu, tillsammans med våra nordiska grannländer, äger en betydande del av det biobanksmaterial som finns tillgängligt i världen och att vi har världs-unika register kopplade till proverna.

I Sverige finns ca 650 olika biobanker registrerade hos Socialstyrelsen varav 480 är tillgängliga för forskningsändamål (utdrag ur Socialstyrelsens register 2007-07-09). Det stora flertalet prover finns dock samlade i en liten del av dessa biobanker och man kan särskilt notera att det inom landstingets patologavdelningar och avdelningar för klinisk virologi finns ca 50 miljoner respektive 4 miljoner prover. Av stor vikt är också de biobanker vid universi-

tet och högskolor som genom ett brinnande engagemang och stora kostnader byggts upp och anpassats för forskningsändamål. Det är nästan omöjligt att ange en uppskattning av antalet svenska forskare som använder sig av material ur biobanker idag eftersom flertalet forskare som forskar på mänskliga sjukdomar omfattas. Antingen används biobanksmaterialet direkt eller för att verifiera resultat som tagits fram i djurmodeller eller andra experimentella system. Till exempel använder sig i praktiken alla svenska cancerforskare av vävnadsmaterial från landstingens patologavdelningar.



Figur 5a.



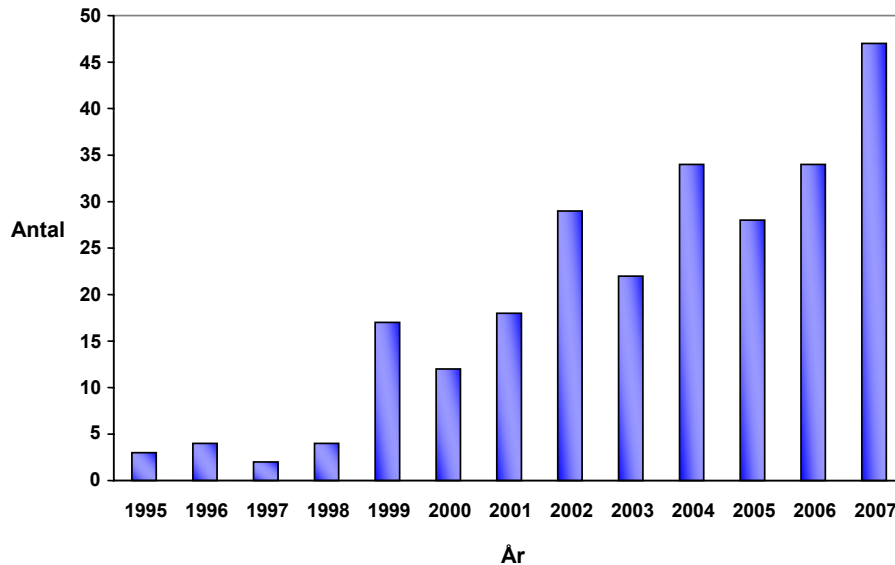
Figur 5b.

Den växande potentialen inom detta område syns även i VR:s ansökningsdatabas. Intresset och kompetensen bland svenska forskare att använda material från biobanker speglas av en ökande finansiering från VR och av en starkt uppåtgående trend i antal ansökningar som handlar om forskning på mänskligt vävnadsmaterial (Figur 5a och 5b). Figur 5a visar endast hittills beslutad finansiering och siffrorna kan förväntas stiga för år 2009 och framåt.

Den positiva trenden kan även belysas av aktiviteten vid en av Sveriges mest väletablerade biobanker, Medicinska biobanken i Umeå, där såväl antal

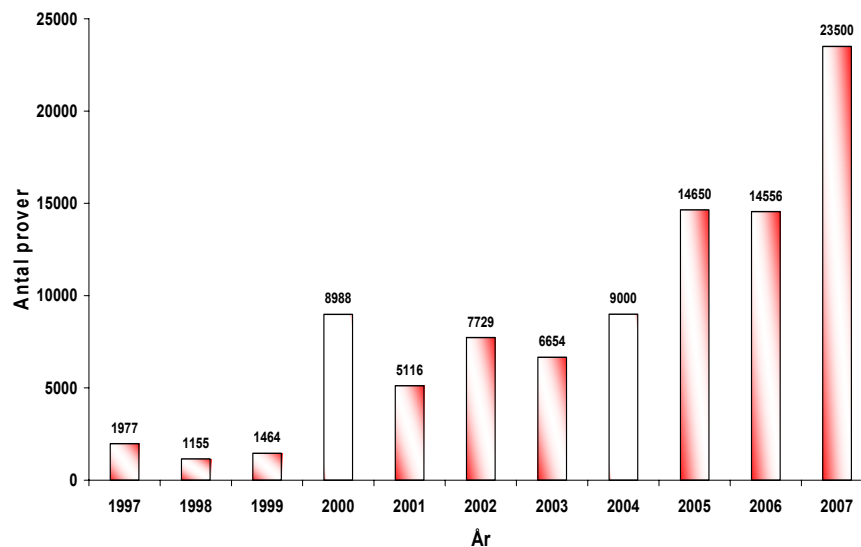
uttagna prover till forskning som antalet publikationer som genererats i anknytning till biobanken ökar i snabb takt (Figur 6a och 6b).

Publikationer kopplade till Medicinska biobanken



Figur 6a.

Prover utlämnade för forskningsändamål



Figur 6b.

Samtidigt råder det fragmentering och brist på en nationell plan för svenska biobankar. Vetenskapsrådet presenterade hösten 2007 en utredning om *Biobankar som nationell resurs för biomedicinsk forskning*, ett initiativ som rönt betydande intresse från forskare, myndigheter och sjukvård, och som visar på de strukturella och finansiella problem som Sverige måste lösa om vi ska kunna behålla vår tätposition i en kraftigt ökande internationell konkur-

rens. Bland annat måste Sverige skapa en nationell plan för finansiering, samordning och förenklad lagstiftning som stödjer forskning baserad på biobanker. De senaste åren har initiativ tagits i denna riktning, exempelvis av forskare inom det Nationella Biobankprogrammet (NBP) och av Sveriges kommuner och landsting som skapat ett Nationellt Biobanksråd (NBR) men mycket återstår att göra. Vi måste samla och organisera våra resurser för att i förlängningen kunna fortsätta att delta som en viktig spelare i de internationella satsningar som nu påbörjas.

Internationellt perspektiv

Användandet av biobanker är utbrett över hela världen men tillgången till provsamlingar varierar. Globalt är USA det enskilda land som har det största antalet forskningsbiobanker. Där har man också gjort enorma satsningar för uppbyggnad och underhåll av biobanker. Inom Europa finns, förutom i de nordiska länderna, stora provsamlingar i bland annat Storbritannien, Nederländerna, Tyskland, Estland och Österrike. Även asiatiska länder, bland annat Japan, Kina och Singapore, satsar nu ambitiöst på uppbyggnad av betydande provsamlingar. De nordiska länderna har liksom Sverige byggt upp provsamlingar som täcker relativt sett mycket stora delar av befolkningen under lång tid. Flera olika nordiska samarbeten och nätverksprojekt pågår i syfte att utnyttja de synergieffekter som tillgång till stora datamängder för med sig.

Inom det internationella forskningssamarbetet Public Population Projects in Genomics (P³G) registreras och samverkar stora biobanker (>10 000 individer) globalt. Prover från ca 7 810 000 individer ingår i de biobanker som registrerats inom P³G av enskilda länder, varav prover från ca 3 500 000 individer finns i Europa och ca 2 000 000 i de Skandinaviska länderna. Det innebär att ungefär 25 % av de vävnadsprover som finns tillgängliga i dessa biobanker tillhör den relativt lilla befolkningen i Norden.

Den europeiska samarbetsorganisationen ESFRI (The European Strategy Forum on Research Infrastructures) har skapat en lista med 35 europeiska forskningsinfrastrukturer som man anser är av stor betydelse för utvecklingen av europeisk forskning. Uppbyggnad av en forskningsinfrastruktur för biobanker (BBMRI) är högprioriterad. Flera svenska forskare är djupt involverade i detta projekt och bidrar bland annat inom utveckling av molekylärbiologisk metodik för analys av stora vävnadsmaterial och inom utvecklingen av en IT-struktur för europeisk samordning av biobanker. Vetenskapsrådet är involverat som stödjande part i detta projekt.

Argument för ökat stöd till området

- **Svensk forskning har en enorm potential genom våra möjligheter att koppla olika former av högkvalitativa biobanker till världsunika register och sjukjournaler. Dessa resurser måste vårdas och utvecklas.** Arbetet med att bygga upp, kvalitetssäkra och tillgängliggöra biobanker för forskning är mycket kostnads- och arbetsintensivt. Det måste skapas bättre förutsättningar och större resurser för de forskare som lägger sin själ i arbetet med svenska biobanker.
- **Biobanker är till naturen en långsiktig resurs eftersom värdet av insamlade prover står direkt i proportion till uppföljningstiden och omfattningen av tillhörande patientdata.** Sverige har en fördel genom att ha provsamlingar som går långt tillbaka i tiden. Flera av de vanligaste folksjukdomarna vars uppkomst kan studeras med hjälp av vävnadsprover i biobanker orsakas av omgivningsfaktorer och genetiska faktorer i samverkan under decennier, ibland ett helt liv, och det är därför helt nödvändigt att

biobanker med vidhängande dataregister kan garanteras stabilitet, bland annat en säker finansiering, över lång tid.

- **Biobanker bör i första hand ses som en resurs både för forskning som direkt berör befolkningens hälsa men också som en resurs för biomedicinsk grundforskning.** Det finns ingen skarp gräns mellan dessa forskningsområden, ofta uppkommer synergieffekter.

- Biobanker har visat sig värdefulla för studier av bl.a. livsstilsfaktorer, kost, infektioner, tidig diagnos av olika sjukdomar, kliniska undersökningar med samtidig provtagning av blod och miljöfaktorer men även för grundforskning kopplad till biomedicinska frågor kring exempelvis genomik och proteomik.

- **Svenska biobanksmaterial gör svenska forskare attraktiva på världsmarknaden samtidigt som de utbildas till att nyttja den främsta teknologi som finns internationellt tillgänglig.** Via ett stort, internationellt kontaktnät marknadsförs idag de svenska forskningsmaterialen på en internationell ”forskningsmarknad”. Beroende på att materialen är omfattande, välskötta och väl definierade så är de attraktiva för de främsta forskarna inom olika forskningsområden och genererar på så sätt samarbeten av världsklass. De synergieffekter som på detta sätt uppkommer för fram svensk forskning till en spetsposition inom en rad områden och inom flertalet folkhälso-sjukdomar.

Sammanfattningsvis utgör kombinationen av svenska biobanker, register och vetenskaplig kompetens en unik och ovärderlig resurs. Det är helt avgörande för svensk biomedicinsk forskning att de svenska biobankerna kan utvecklas i en takt och i en riktning som gör oss fortsatt internationellt slagkraftiga.