



Vetenskapsrådet

## VETENSKAPSRÅDETS GUIDE TILL INFRASTRUKTUREN 2012



# **VETENSKAPSRÅDETS GUIDE TILL INFRASTRUKTUREN 2012**

**Rekommendationer för forskningsinfrastruktur  
på lång sikt från forskningsråden och Vinnova**

VETENSKAPSRÅDETS GUIDE TILL INFRASTRUKTUREN 2012

Rapporten kan beställas på [www.vr.se](http://www.vr.se)

VETENSKAPSRÅDET

101 38 Stockholm

© Vetenskapsrådet

ISBN 978-91-73072-200-7

Grafisk form: Erik Hagbard Couchér, Vetenskapsrådet

Omslagsbild: SXC

Tryck: CM Gruppen AB, Bromma 2011

# FÖRORD

Vetenskapsrådets råd för forskningens infrastrukturer, RFI, har som huvuduppdrag att stödja uppbyggnad och utnyttjande av infrastruktur av nationellt intresse som möjliggör svensk forskning av högsta vetenskapliga kvalitet inom alla ämnesområden. RFI inrättades av Vetenskapsrådets styrelse 2005 (då med namnet kommittén för forskningens infrastrukturer).

En viktig del av rådet för forskningens infrastrukturers verksamhet är att i samverkan med andra forskningsfinansiärer ta fram en långsiktig strategisk plan för hur svenska forskare inom akademi, offentlig sektor och industri ska få tillgång till den mest kvalificerade forskningsinfrastrukturen i Sverige och i andra länder. Guiden behandlar förslag på nya infrastrukturer som nått en sådan vetenskaplig, teknisk och organisatorisk mognadsgrad att det är dags att ta ställning till om de ska förverkligas. Vidare rekommenderas nya infrastrukturprojekt eller områden där svensk forskning skulle ha stor nytta av ökad nationell och/eller internationell samordning. Guiden ger även en översikt av de infrastrukturer som i dag finansieras av Vetenskapsrådet. Rekommendationerna innebär inget löfte om nya åtaganden, beslut om nya infrastrukturer tas efter utlysning och expertbedömning i konkurrens.

Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen är FAS, Formas, Vinnovas och Vetenskapsrådets vägvisare för Sveriges långsiktiga behov av nationell och internationell forskningsinfrastruktur. Den första utgåvan publicerades 2006 och en uppdaterad version gavs ut vid årsskiftet 2007/2008. Detta är den tredje utgåvan av guiden som har tagits fram av rådet för forskningens infrastrukturer och dess beredningsgrupper i ett omfattande konsultationsarbete som inbegripit ämnesråden vid Vetenskapsrådet, andra forskningsfinansiärer, universitet och högskolor samt olika forskargrupperingar.

Denna tredje utgåva har påverkats av regeringsdirektiv, Vetenskapsrådets tidigare beslut inom infrastrukturuområdet samt rekommendationer från utredningar och utvärderingar. Den europeiska vägvisaren för infrastruktur från strategiforumet ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures) har också utgjort ett viktigt underlag för ställningstaganden i guiden.

I guiden poängteras vikten av att se forskningsinfrastruktur som en integrerad del av forskningssystemet, där infrastrukturerna samverkar med forskning, utbildning, teknikutveckling och innovation. Mot bakgrund av forskningsinfrastrukturernas ökande betydelse inom alla forskningsområden i Sverige och internationellt, men också på grund av deras ofta storska-

liga karaktär och långsiktighet, diskuteras även behovet av tydliga processer för utvärdering och prioritering.

Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen tjänar som bakgrundsrapport till det underlag som Vetenskapsrådet lämnar till regeringen inför nästa forskningspolitiska proposition.

**Juni Palmgren**

*Huvudsekreterare*

*Rådet för forskningens*

*infrastrukturer*

**Kerstin Eliasson**

*Ordförande*

*Rådet för forskningens*

*infrastrukturer*

# INNEHÅLL

SAMMANFATTNING .....	7
SUMMARY .....	10
<b>FORSKNINGSINFRASTRUKTUR SOM DEL AV FORSKNINGSSYSTEMET</b> .....	<b>12</b>
Forskningsinfrastrukturens betydelse för forskning och samhälle .....	12
Utveckling mot gemensam internationell forskningsinfrastruktur .....	15
Utveckling av forskningsinfrastruktur i Sverige .....	20
Definition av forskningsinfrastruktur .....	22
Finansiering av forskningsinfrastruktur .....	24
Uppföljning och utvärdering .....	27
Rekommendationer om infrastrukturprojekt för de närmaste åren .....	27
<b>OMRÅDESÖVERSIKTER</b> .....	<b>48</b>
Samhällsvetenskap och humaniora .....	48
Miljövetenskaper – planeten jorden .....	51
Energiforskning .....	57
Biologi och medicin .....	61
Fysik- och teknikvetenskaper .....	65
Materialvetenskap .....	70
e-vetenskap .....	74
<b>BESKRIVNINGAR AV NYA ELLER UPPGRADERADE INFRASTRUKTURER FÖR FRAMTIDA SATSNINGAR</b> .....	<b>75</b>
Samhällsvetenskap och humaniora .....	75
Miljövetenskaper – planeten jorden .....	84
Energiforskning .....	89
Biologi och medicin .....	90
Fysik- och teknikvetenskaper .....	96
Materialvetenskap .....	101
e-vetenskap .....	106

APPENDIX 1 – PRESENTATION AV BEFINTLIGA OCH PLANERADE INFRASTRUKTURER.....	III
APPENDIX 2 – LEDAMÖTER I RÅDET FÖR FORSKNINGENS INFRASTRUKTURER OCH DESS BEREDNINGSGRUPPER.....	128
APPENDIX 3 – REFERENSER.....	132
APPENDIX 4 – AKRONYMER OCH ORDFÖRKLARINGAR.....	134

# SAMMANFATTNING

Med forskningsinfrastruktur menas till exempel centrala eller distribuerade forskningsanläggningar, databaser eller storskaliga beräknings-, analys och modelleringsresurser. Dessa resurser är många gånger helt avgörande för möjligheten att bedriva högklassig forskning inom de flesta områden och i takt med att de blir allt mer omfattande och kostnadskrävande är det nödvändigt att utveckla infrastrukturerna gemensamt i större samarbeten regionalt, nationellt eller internationellt.

Vetenskapsrådet har i uppdrag att finansiera nationell forskningsinfrastruktur och Sveriges medverkan i internationell infrastruktur medan universiteten har ett ansvar för lokal infrastruktur och utrustning. Gemensamt för de nationella infrastrukturerna är bland annat att de ska ha en oberoende styrelse och vara öppet tillgängliga för forskare inom området.

**För att stärka svensk forskning på lång sikt rekommenderar Vetenskapsrådet att:**

- Sverige bör delta i *internationella infrastrukturer av stort värde för svensk forskning*; biobanksinfrastrukturen BBMRI.eu, dataarkivet för socialvetenskap CESSDA, socialundersökningen ESS, bioinformatikinstrukturen ELIXIR, nästa generations jätteteleskop ELT, infrastrukturen för växthusgasmätningar ICOS, strukturbioogiinfrastrukturen INSTRUCT, biodiversitetsinfrastrukturen Lifewatch och undersökningen om hälsa, åldrande och pensionering SHARE, och i några fall även positionera sig som värdland, i nuläget gäller det spallationskällan ESS och radaranläggningen EISCAT-3D.
- Sverige bör driva *utvecklingen av e-infrastruktur*, d.v.s. verktyg för elektronisk kommunikation, lagring, bearbetning och visualisering av forskningsdata som är centrala för de flesta forskningsområden.
- Sverige bör driva *samordning av infrastruktur och data inom klimat- och miljöområdet* för framstående forskning inom bl.a. marin miljö, ekologi och studier av förlopp i atmosfär och hav som t.ex. utbytet av växthusgaser och utveckling av miljöteknik.
- Sverige bör *utveckla och samordna biomedicinska teknikplattformar* i form av utveckling av befintliga och uppbyggnad av nya nationella infrastrukturer, och samordning och dataintegration mellan infrastrukturerna.
- Sverige bör värna om de möjligheter *MAX IV och ESS* öppnar för toppforskning inom materialvetenskap, strukturbioogi, övriga livsvetenskaper och energi- och miljöforskning.



- Sverige bör utnyttja sin position inom *personnummerbaserad registerforskning* för studier av angelägna frågor kring sambandet mellan samhällsförhållanden, ekonomi, hälsa och utbildning samt molekylära och livsstilsmekanismer bakom våra vanliga folksjukdomar.
- Sverige bör utnyttja de möjligheter forskningsinfrastrukturer erbjuder till *samverkan med näringsliv och samhälle* i samband med konstruktion och användning av forskningsinfrastruktur.

Vid sidan av de nysatsningar som ingår i rekommendationerna behöver svenska investeringar i forskningsinfrastruktur samordnas för att uppnå effektivitet i styrning och nyttjande. Processerna för uppföljning, utvärdering och prioritering bör utvecklas för befintliga och nya infrastrukturer.

### Nya behov per område under en fyraårsperiod (uppskattning Mkr)

Samhällsvetenskap och humaniora	101
Miljövetenskaper – planeten jorden	228*
Biologi och medicin	298
Materialvetenskap	240**
Fysik- och teknikvetenskaper	110
e-vetenskap	230
<b>Summa</b>	<b>1207</b>
Summa per år 2012–2015	302

\* *Exkl ev. svenskt värdskap för kolportal och biodiversitetsportal för ICOS respektive Lifewatch.*

\*\* *Vetenskapsrådets beräknade kostnad för 3 strålrör till MAX IV*



*Förberedelser pågår för en kraftfull sameuropeisk neutronkälla, den Europeiska spallationskällan (ESS) som planeras byggas i Lund. Beslut om byggstart förväntas 2013. Forskningsområden och industrier som kommer att kunna utnyttja ESS finns inom material- och nanoteknik, kemi, molekylärbiologi, biomedicin, läkemedel, energiteknik, IT m.m. Tillsammans med MAX IV och anläggningarna XFEL och Petra III i norra Tyskland har Öresundsregionen goda möjligheter att utvecklas till ett världsledande centrum för forskning inom materialvetenskap, strukturbologi och övriga livsvetenskaper.*

FOTO: ESS

# SUMMARY

The term *research infrastructure* refers to central or distributed research facilities, databases or large-scale computing, analysis and modelling resources. These resources often fully determine the opportunities to conduct cutting-edge research in most areas, and as they become ever more extensive and costly, it is necessary to develop infrastructures jointly in large cooperative ventures, regionally, nationally and internationally.

The Swedish Research Council is tasked with financing the national research infrastructures, and Swedish cooperation in international infrastructures, whilst the universities are responsible for local infrastructure and equipment. Common features of national infrastructures are that they require an independent board and open access to researchers in the field.

**In order to enhance Swedish research long-term, the Swedish Research Council recommends the following:**

- Sweden should participate in *international infrastructures that are of greatest value to Swedish research*: the biobank infrastructure BBMRI.eu, the Council of European Social Science Data Archives (CESSDA) the European Social Survey (ESS), bioinformatics infrastructure ELIXIR, the next generation telescope (ELT), the Integrated Carbon Observation System (ICOS) measuring greenhouse gases, the integrated structural biology infrastructure (INSTRUCT), the Lifewatch biodiversity infrastructure, and the Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (SHARE), as well as offering Sweden as a host country for facilities such as the European Spallation Source (ESS) and the EISCAT-3D radar facility.
- Sweden should be a driving force behind the *development of e-infrastructure* (i.e. tools for electronic communication, storage, process and visualization of research data that is key for almost all research).
- Sweden should be a driving force behind the *co-ordination of infrastructure and data in the area of climate and the environment* for cutting-edge research in fields such as marine environment, ecology, and studies of cycles in the atmosphere and the seas on issues such as the exchange of greenhouse gases and development of environmental engineering.
- Sweden should *develop and co-ordinate biomedical infrastructures* by developing existing national infrastructures, constructing new ones, and promoting co-ordination and data integration between them.

- Sweden should take advantage of the opportunities that *MAX IV and ESS* are opening for cutting-edge research in materials science, structural biology, other life sciences, and energy and environmental research.
- Sweden should take advantage of its position in *research involving personal registers* for studies of urgent issues regarding the correlation between social conditions, economics, health and education, as well as the molecular and lifestyle mechanisms behind common diseases in our population.
- Sweden should take advantage of the opportunities offered by research infrastructures for *cooperation between the private and public sectors* in connection with the construction and use of research infrastructure.

Along with the new investments corresponding to the above recommendations, Swedish investments in research infrastructures must be co-ordinated in order to achieve efficiency in management and utilization. The processes for monitoring, evaluation and prioritization should be improved for both existing and new infrastructures.

# FORSKNINGSINFRASTRUKTUR SOM DEL AV FORSKNINGSSYSTEMET

## Forskningsinfrastrukturens betydelse för forskning och samhälle

Framstående forskning är viktig för samhällets utveckling. Den är grunden för förståelsen av vår plats i universum, materiens beskaffenhet, utvecklingen av liv och samhällets utveckling. Den utgör också basen för utveckling av otaliga tekniska och medicinska innovationer av samhällsekonomiskt intresse. Ökad kunskap kan skapa bättre förutsättningar för ett hållbart samhälle, både vad gäller miljö, hälsa och ekonomi.

En stor del av den mest innovativa och högkvalitativa forskningen sker där förutsättningarna är gynnsamma, det vill säga där det finns en intellektuell och kreativ miljö med möjlighet till forskarkarriär och tillgång till de främsta metoderna, den bästa utrustningen och relevant expertis. Då dessa miljöer, till exempel kring ledande forskningsinfrastrukturer, genererar idéer och skapar förutsättningar för tillväxt är det också attraktivt för innovativa företag att etablera sig i närheten. Ofta uppstår en vinn-vinnsituation där forskningen, näringslivet och den offentliga sektorn stärker varandra och bidrar till att helt nya idéer kan förverkligas.

Med forskningsinfrastruktur menas till exempel centrala eller distribuerade forskningsanläggningar, databaser eller storskaliga beräkningsresurser.

## Globala utmaningar

De senaste åren har stort politiskt fokus legat på de globala utmaningar som världen står inför och forskningens möjlighet att möta dem. Bland annat var detta perspektiv tydligt under Sveriges EU-ordförandeskap och konferensen New Worlds – New Solutions som resulterade i "the Lund declaration"<sup>1</sup> och i rapporten "A Vision for Strengthening World-class Research Infrastructures in the ERA"<sup>2</sup> från EU-kommissionens infrastrukturexperter. Under konferensen "Global challenges – regional opportunities. How can research infrastructure and eScience support Nordic competitiveness", som arrangeras

<sup>1</sup> [http://www.se2009.eu/polopoly\\_fs/1.8460!menu/standard/file/lund\\_declaration\\_final\\_version\\_9\\_july.pdf](http://www.se2009.eu/polopoly_fs/1.8460!menu/standard/file/lund_declaration_final_version_9_july.pdf)

<sup>2</sup> [http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/era\\_100216.pdf](http://ec.europa.eu/research/infrastructures/pdf/era_100216.pdf)



des i Stockholm under Sveriges ordförandeskap i Nordiska ministerrådet 2008, lyftes områdena klimat-miljö och välfärd-hälsa fram som områden där nordisk forskning är stark och har goda möjligheter att bidra till ökad kunskap.

Hur utmaningarna formuleras skiljer sig åt, men alla berör på något sätt konsekvenserna av klimatförändringar, framtida energiförsörjning, hälsa och de utmaningar som följer på att jordens befolkning blir allt äldre. Parallellt med dessa frågor av politiskt och samhällsekonomiskt intresse nämns också ofta vikten av att studera stora frågor som kittlar vår nyfikenhet, som det allra största och allra minsta inom subatomär fysik och astronomi liksom frågor om själva livets beskaffenhet.

Att högkvalitativa forskningsinfrastrukturer många gånger är absolut nödvändiga för att möta dessa globala utmaningar och frågor råder det stor enighet om, men hur det ska gå till och vilka infrastrukturer som är av störst intresse är inte lika uppenbart. Känt är att stora forskningsgenombrott ofta sker i helt andra sammanhang än man kunde vänta sig varför den nyfikenhetsdrivna forskningens behov bör vara det främsta motivet för att utveckla ny infrastruktur. Nyfikenhetsdriven grundforskning står på intet sätt i motsatsförhållande till riktad eller innovationsdriven forskning eller till industrinära utveckling. Nya infrastrukturer ska utvecklas för att möjliggöra nya idéer och tillgång till spjutspetsteknik.

*Högkvalitativa forskningsinfrastrukturer är många gånger absolut nödvändiga för att möta globala utmaningar och frågor. Då forskningsgenombrott ofta sker i helt andra sammanhang än man kunde vänta sig är det viktigt att den nyfikenhetsdrivna forskningens behov är det främsta motivet för att utveckla ny infrastruktur.*

FOTO: SCANPIX



## Betydelse för näringsliv, samhällsutveckling och tillväxt

Svensk industri kan engageras i byggandet av såväl nationell som internationell forskningsinfrastruktur och bör också när det är tillämpligt ges möjlighet att utnyttja forskningsinfrastruktur för egen uppdrags- eller samverkansforskning. Åtgärder för att stimulera industriaktörer att delta i upphandlingar kring forskningsinfrastruktur kan komma att behövas, inte minst för att Sverige är ett av de europeiska länder som den senaste tiden kommit sämst ut när det gäller att delta i och vinna upphandlingar om uppbyggnad av gemensam forskningsinfrastruktur. Här har forskningsfinansierare som Vetenskapsrådet och Vinnova liksom universitet och högskolor en viktig roll att fylla.

Ett av Vetenskapsrådets krav på en nationell forskningsinfrastruktur är att den ska vara öppen och enkelt tillgänglig för forskare, industri och andra aktörer samt ha en plan för tillgängligheten. Det finns därför stora fördelar med att industrin eller andra samhällsaktörer engagerar sig redan vid planeringen av forskningsinfrastruktur för att påverka hur utrustning och användarstöd kan utvecklas för att öka dessa aktörers nytta och användning av forskningsinfrastrukturen. Vissa aspekter på tillgängligheten kan behöva anpassas.

Vetenskapsrådet avser att tillsammans med bl.a. Vinnova utreda i vilken utsträckning nationell forskningsinfrastruktur kan utvecklas till att omfatta och stödja mer applikationsnära forskningsområden som t.ex. transport-, bygg-, produktions- eller biotekniska forskningsområden.

## Mobilitet och karriär

Världsledande infrastrukturer bidrar till forskarrörlighet genom att de med sin attraktionskraft lockar forskare från många länder och ofta kan vara det enskilt tyngst vägande skälet för forskare att förlägga hela eller delar av forskningen utomlands.

Att forskare engagerar sig i uppbyggnad av gemensam nationell och internationell infrastruktur är viktigt för forskarsamhället i stort, men ett strukturellt problem är att de forskare som under en längre period ägnar sig åt konstruktion eller drift av forskningsinfrastruktur riskerar att halka efter i sin akademiska karriär. Detsamma gäller forskare som under en period är verksamma inom industrin och sedan vill söka sig tillbaka till den akademiska världen liksom för forskare som lägger mycket av sin tid på samverkan eller kommunikation. Det är angeläget att meriteringsvärdet ökar för aktiviteter som gynnar forskningen men som inte leder till publikationer, som att delta i uppbyggnad av infrastruktur.

# Utveckling mot gemensam internationell forskningsinfrastruktur

Allt fler europeiska länder inser att för att vara konkurrenskraftiga framöver gentemot USA och växande stormakter som Kina och Indien, krävs att man samarbetar om de mest avancerade forskningsresurserna.

EU-kommissionens expertgrupp för forskningsinfrastruktur publicerade 2010 rapporten "A vision for strengthening world-class research infrastructures in the ERA" där de granskar forskningsinfrastrukturens roll inom det europeiska forskningsområdet, ERA. Gruppen anser att infrastruktur kan spela en avgörande roll för att möta globala utmaningar och rekommenderar att stärka ERA genom ökat samarbete både inom och utom Europa.

Det europeiska strategiforumet ESFRI, European Strategy Forum on Research Infrastructures, är medlemsländernas forum för planering och koordinering av sameuropeisk infrastruktur. ESFRI:s vägvisare, European Roadmap for Research Infrastructures, gäller gemensam europeisk infrastruktur inom områdena samhällsvetenskap och humaniora, miljö, energi, biologi och medicin, materialvetenskap, fysik och teknikvetenskap, samt e-infrastruktur. Den första vägvisaren publicerades 2006, en uppdaterad version kom 2008 och i maj 2011 gavs utgåva tre ut<sup>3</sup>. Fokus i den senaste rapporten ligger på ökad samordning och strukturella åtgärder inom organisation, prioritering, utvärdering och finansiering med mål att bättre utnyttja gemensamma resurser och uppnå högre kvalitet samtidigt som ESFRI har som en av sina viktigaste målsättningar att så många som möjligt av de rekommenderade infrastrukturerna från vägvisaren ska kunna förverkligas. Infrastrukturprojekten i vägvisaren har utvärderats och bedömts ha högt vetenskapligt värde och dessutom vara tillräckligt mogna för att kunna byggas upp. Förverkligandet av dessa infrastrukturer är sedan föremål för bi- och multilaterala förhandlingar mellan medlemsländerna.

ESFRI:s vägvisare och implementeringen av de föreslagna infrastrukturerna har inneburit och kommer att medföra stora strukturella förändringar inom europeisk forskning. Parallellt med den gemensamma europeiska rapporten har de flesta länder publicerat egna vägvisare för forskningsinfrastruktur.

## ERIC – juridiskt ramverk för europeisk infrastruktur

Det juridiska ramverket ERIC, European Research Infrastructure Consortium, är EU-kommissionens initiativ för att underlätta uppbyggnaden av

<sup>3</sup> [http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index\\_en.cfm?pg=esfri-roadmap](http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=esfri-roadmap)



gemensam europeisk infrastruktur. Inom ramverket regleras bland annat villkor för finansiering, skatter och upphandling för att underlätta för de deltagande länderna liksom för de forskare som verkar vid infrastrukturerna. Principerna för ERIC beslutades i augusti 2009 och 2011 undertecknades statuterna för den första infrastrukturen som tillämpar ramverket (survey för studier av hälsa, åldrande och pensionering, SHARE). Flera av de europeiska infrastrukturerna som är under uppbyggnad verkar för att implementera ERIC.

*Fusionforskningsanläggningen ITER i Frankrike kommer att bli bryggan mellan dagens plasmafysikstudier vid forskningsanläggningar och morgondagens energiproducerande fusionskraftverk. Anläggningen beräknas tas i drift 2016. Sverige bidrar till uppbyggnaden av ITER huvudsakligen inom ramen för EU:s ramprogram, Euratom.*



FOTO: ITER

## Global infrastruktur

Europeiska länder deltar även i uppbyggnad och drift av global forskningsinfrastruktur. Detta gäller till exempel fusionsreaktorn ITER som är under uppbyggnad i Frankrike, det planerade radioteleskopet Square Kilometer Array (SKA) och nästa generations linjärkolliderare för partikelfysik. Den globala aspekten märks även i och med att infrastrukturerna som tidigare varit en europeisk angelägenhet nu blivit så dyra och specialiserade att globala samarbeten är den enda möjligheten att delta vid den absoluta forskningsfronten. CERN:s partikelaccelerator LHC, ESO:s radioteleskop ALMA och det planerade jätteteleskopet E-ELT har därigenom lockat deltagande länder från hela världen. Denna utveckling kan antas bli vanligare i takt med att behoven av infrastruktur blir mer storskaliga och behöver utvecklas i global samverkan. Här finns liksom inom Sverige och Europa behov av att se över regelverk och lagstiftning så att de inte utgör ett hinder för forskning,

men utan att göra avkall på säkerhet och integritet, inte minst när det gäller infrastrukturer som hanterar persondatauppgifter. En annan typ av utveckling mot global infrastruktursamverkan är snarare en affärsuppställning, d.v.s. forskare vänder sig dit man kan få det man behöver snabbt, billigt och med hög kvalitet. Detta börjar märkas bland annat inom molekylär sekvensering där storskalig utrustning byggs upp till exempel i Kina.

## Svensk medverkan i internationell forskningsinfrastruktur

För ett relativt litet land som Sverige är det avgörande att delta i internationella infrastrukturprojekt för att ge forskarna tillgång till de främsta verktygen för forskning. Många gånger är etablerandet av nationella eller nordiska noder ett bra sätt att kanalisera deltagandet i större europeiska samarbeten. Utöver nationella noder är det också väsentligt att ha lokala resurser vid universiteten för kunskapsupbyggnad genom att utveckla teknik och metoder som kan användas vid nationella och internationella infrastrukturer. Ett antal av de föreslagna infrastrukturerna i ESFRI:s vägvisare berör forskningsområden där Sverige i dag intar en ledande ställning. Förutom de två europeiska infrastrukturer som föreslås byggas i Sverige, ESS och EISCAT-3D, väntas några av de nyligen beviljade nationella infrastrukturerna ingå som svensk nod i uppbyggnaden av sin europeiska motsvarighet.

Det är viktigt att Sverige i några fall positionerar sig som värdland eftersom högklassiga infrastrukturer fungerar som forskarmagneter och lockar kompetens till vårt land. Detta har i sin tur positiva effekter för att stimulera forskningens kvalitet inom landet och ger andra långsiktiga positiva effekter för samhället genom inflöde av ny kompetens och nya idéer. Till exempel beräknas byggandet av en stor forskningsanläggning som ESS i Lund ha potential att generera samhällsekonomiska vinster för Sverige och Öresundsregionen i form av t.ex. näringslivsutveckling, innovationsmöjligheter och skatteintäkter<sup>4</sup>.

### Svensk medverkan i europeisk infrastruktur

Som ett resultat av processer för att klargöra intresset bland svenska forskare för europeiska infrastrukturer från ESFRI:s vägvisare medverkar ett antal forskargrupperingar som svensk part i planeringen av gemensam europeisk infrastruktur. Den svenska processen för prioritering mellan nya förslag sker genom att företrädare för de olika ESFRI-grupperingarna uppmanas att ansöka om att Sverige ska delta i den europeiska infrastrukturen. Vetenskapsrådets bedömning sker sedan i konkurrens och baseras i första hand på veten-

<sup>4</sup> Neutrons and Innovations, Copenhagen Business School, och Lokalisering av ESS i Lund, ITPS

skaplig kvalitet, nationellt intresse och relevans för svensk forskning, men även aspekter som industriellt intresse eller kompetensförsörjning kan komma att vägas in i prioriteringen liksom kostnader för investering och drift.

Status för svensk medverkan i ESFRI-projekt från 2006, 2008 och 2010 års vägvisare:

Infrastrukturer under uppbyggnad där Sverige deltar som medlemsland (efter bilaterala förhandlingar)

- FAIR, kärnfysikanläggning (2006)
- PRACE, högpresterande beräkningssystem (2006)
- XFEL, röntgenfrielektronlaser (2006)

Svenska forskare deltar i planeringen av följande infrastrukturer efter intresseanmälan till Vetenskapsrådet:

- ANAEE, infrastruktur för experimentell ekologi (2010)
- BBMRI, biobanksinfrastruktur (2006)
- CESSDA, infrastruktur för socialvetenskapliga data (2006)
- CLARIN, språkteknologiinfrastruktur (2006)
- CTA, cherenkovteleskop (2008)
- EATRIS, infrastruktur för translationell forskning (2006)
- EISCAT-3D, radarsystem (2008)
- ELIXIR, bioinformatikinfrastruktur (2006)
- EMBRC, marinbiologiskt resurscentrum (2008)
- EMSO, djuphavsbaserat observationssystem (2006)
- EPOS, observationssystem för tektoniska plattor (2008)
- ERINHA, tidigare BSL<sub>4</sub>, högsäkerhetslaboratorier (2008)
- ESS, europeisk socialundersökning (2006)
- ESS, spallationskälla (2006)
- Euro-Bioimaging, bioavbildningsnätverk (2008)
- EURO-FEL, nätverk för infraröd-mjukröntgenfrielektronlaser (tidigare IRUVX-FEL) (2006)
- EU-openscreen, openscreeningplattformar inom kemisk biologi (2008)
- ICOS, observationssystem för mätning av koldioxidutbytet (2006)
- INFRAFRONTIER, fenotypningsfacilitet (2006)
- ISBE, systembiologiinfrastruktur (2010)
- Lifewatch, biodiversitetsinfrastruktur (2006)
- MYRRHA, forskningsreaktor (2010)
- SIOS, Svalbardobservatorium (2008)

Förutom de som listas ovan deltar svenska forskare i planering av infrastrukturer som bedrivs inom ramen för organisationer där Sverige redan är medlem, som det planerade jätte-teleskopet E-ELT (ESO), radioastronomiinfrastrukturen SKA (Onsala) och acceleratorinfrastrukturen Tiara (CERN).

## Finansiering av gemensam europeisk infrastruktur

Planeringsbidrag inom EU:s sjunde ramprogram har finansierat förberedande arbete för de flesta nya sameuropeiska infrastrukturerna, alltifrån designstudier till framtagandet av dokument för multilaterala avtal. Att EU-kommissionen i nuläget har en i det närmaste obefintlig budget för konstruktion av nya infrastrukturerna innebär att finansieringen måste komma från medlemsländerna. Men för att infrastrukturerna ska bli gemensamma i sann mening bör europeiska medel avsättas för att bidra till uppbyggnaden och driften av de högst prioriterade infrastrukturerna från ESFRI:s vägvisare, antingen inom det åttonde ramprogrammet, Horisont 2020, lånefinansierat genom Europeiska investeringsbanken, EIB, eller via strukturfundsmedel. Annars kan det lätt uppstå obalans mellan stora och små länder och de största länderna kan få ett oproportionerligt stort inflytande vad gäller utformning och prioriteringar och möjligen även tillgång till infrastrukturen.

## Samverkan med Östersjöländerna inklusive Norden

Samverkan med närbelägna länder som de nordiska, baltiska och övriga länder i Östersjöområdet kan ge betydande fördelar både när det gäller etablering av infrastruktur i regionen och för att bli en starkare part i internationella projekt. Hittills har det främst varit inom Norden som denna typ av samverkan skett, och flera exempel på framgångsrik samverkan inom forskningsinfrastruktur finns bland annat i form av konsortiet Nordsync för medverkan i den europeiska synkrotronljuskällan ESRF, den nordiska datagridfaciliteten NDGF och radaranläggningen EISCAT.

Den framtida nordiska samverkan kan gälla fortsatt samarbete inom ramen för större internationella infrastrukturerna i Norden. Det kan också gälla infrastruktur för särskilda nordiska forskningsbehov eller styrkeområden som forskning inom klimat, energi, hälsa, välfärd och e-vetenskap.

En tydlig utveckling sker inom e-infrastruktur, där de nordiska länderna gemensamt stärker sin roll i Europa genom samverkan bland annat inom gridinitiativet EGI och beräkningsinfrastrukturen PRACE, se avsnittet om e-vetenskap. Parallellt har Nordiska ministerrådet och Nordforsk lanserat ett nordiskt globaliseringsinitiativ inom e-vetenskap som förväntas utnyttja och driva fortsatt utveckling av nordisk e-infrastruktur<sup>5</sup>. Nordforsk stödjer även samordning av nordisk biobanksinfrastruktur bland annat i syfte att stärka positionen i Europa och verkar för att underlätta samordning av registerdata.

<sup>5</sup> <http://www.nordforsk.org/no/programs/programmer/escience-globaliseringsinitiativ>

Inom Östersjöregionen pågår samarbete inom det så kallade Baltic Science Link, där regeringen gett Vetenskapsrådet i uppdrag att bygga ett nätverk mellan universitet, forskningsinstitut och näringsliv i regionen. Målet är att stärka den vetenskapliga kapaciteten och områdets attraktionskraft genom samverkan kring forskning, kompetensuppbyggnad och infrastruktur inom främst materialvetenskap och livsvetenskap. Uppdraget är en del av regeringens ambitioner inom den övergripande Östersjöstrategin.

## Utveckling av forskningsinfrastruktur i Sverige

Under de senaste åren har forskningens behov av storskalig infrastruktur ökat kraftigt och i takt med att infrastrukturerna blir allt mer omfattande och kostsamma har också behovet av nationell samordning ökat. I forsknings- och innovationspropositionen från 2008 lägger regeringen stort fokus på vikten av infrastruktur för forskning och avsätter också stora summor för infrastrukturens utbyggnad. Vetenskapsrådet får i propositionen ett utpekad ansvar för den nationella samordningen, och samtidigt aviseras att kommittén för forskningens infrastrukturer ska permanentas och bli ett råd för forskningsinfrastruktur.

Fram till att kommittén för forskningens infrastrukturer, KFI, bildades 2005 finansierade Vetenskapsrådet infrastruktur främst genom medlemskap i ett antal internationella organisationer, drift av ett fåtal nationella anläggningar och utlysning av bidrag till dyr utrustning och longitudinella databaser. Sedan dess har fokus gradvis förskjutits mot infrastrukturer av nationellt intresse, bidrag för drift och planering har tillkommit och 2009 utlystes för första gången bidrag för uppbyggnad och drift av ny nationell forskningsinfrastruktur. Elva nya infrastrukturer beviljades då bidrag och är under uppbyggnad vid respektive värdunderuniversitet och andra deltagande universitet. Här finns infrastruktur för biobankar, biodiversitet, bioinformatik, biologisk utbildning, DNA-sekvensering, högpresterande beräkningar, kemisk biologi, koldioxidmätning, renrum, en neutronreflektometer och synkrotronljusanläggningen MAX IV. Flera av de nya infrastrukturerna motiverades som en del av de strategiska forskningssatsningarna i den senaste forsknings- och innovationspropositionen. Gemensamt för de nya infrastrukturerna är bland annat att de ska främja högklassig forskning, vara öppet tillgängliga för forskare nationellt och ha en oberoende styrelse. Utvärdering kommer att ske vart tredje till femte år.

## Vetenskapsrådets ansvar för forskningsinfrastruktur

Från och med 2009 ger Vetenskapsrådet endast bidrag till forskningsinfrastrukturer som är öppet tillgängliga för landets forskare och som ger möjlighet till världsledande forskning. Vetenskapsrådets ansvar för nationell infrastruktur åtföljs i den senaste forskningspropositionen från 2008 av en uppmaning att universiteten bör ta ett ökat ansvar för lokal infrastruktur och utrustning. En undersökning av investeringar i utrustning för forskning under en tioårsperiod<sup>6</sup> visar en mycket snabbt avtagande grad av investeringar vid universitet och högskolor. Investeringarna har minskat stadigt sedan topperioden 1999-2001, samtidigt som kostnaderna för forskande och undervisande personal har ökat. Sedan 2010 har flera universitet påbörjat egna processer för prioritering och finansiering av utrustning och lokal infrastruktur, något som väntas utvecklas under kommande år.

Det är även viktigt att framhålla att forskning och innovation är beroende av infrastrukturer som administreras och/eller finansieras av andra myndigheter och organisationer än Vetenskapsrådet. Till exempel hantear Vetenskapsrådet inte bibliotek och museisamlingar eller den resurs som universitetssjukhusen, växthus och olika djurstallar utgör, trots att de är viktiga forskningsresurser och att de i vissa fall skulle kunna klassas som forskningsinfrastruktur enligt Vetenskapsrådets definitioner. En utvidgning av Vetenskapsrådets ansvarsområden är tänkbar men behöver i så fall åtföljas av motsvarande utvidgade finansieringsmöjligheter. Andra alternativ, särskilt vad gäller infrastrukturer som endast delvis används för forskningsändamål, kan vara ökat samarbete mellan aktörer och möjlighet för forskningsintressenter inklusive Vetenskapsrådet att påverka utformningen eller användandet av infrastrukturen.

## Andra svenska finansiärer av forskningsinfrastruktur

Även andra forskningsfinansiärer än Vetenskapsrådet bidrar till forskningsinfrastrukturer. Bland statliga finansiärer kan nämnas att FAS delfinansierar ett antal databaser nationellt och internationellt. Formas har inga direkta satsningar på infrastruktur, men utlyser stöd till forskningsprojekt och medeldyr utrustning som kan generera idéer och koncept. Det samma gäller Vinnovas program. Vinnova bidrar också till uppbyggnaden av MAX IV tillsammans med bland andra Vetenskapsrådet, Region Skåne och Knut och Alice Wallenbergs stiftelse. Rymdstyrelsen finansierar olika satellitprojekt med användning inom bland annat astronomi och miljö- och klimatövervakning. Riksbankens Jubileumsfond finansierar till exempel

<sup>6</sup> En studie av investeringar i utrustning för forskning vid svenska universitet och högskolor 1997-2007



katalogisering, digitalisering och tillgängliggörande av samlingar vid arkiv och bibliotek samt upprättande av databaser inom och utom landet. Mycket infrastruktur som helt eller delvis används för forskning finansieras av andra myndigheter, forskningsinstitut, landsting och inom universitet och högskolor. Ofta förekommer samutnyttjande av resurser för forskning och andra verksamheter, som till exempel forskning vid universitetssjukhusen samt delar av den klimat- och miljörelaterade forskningen.

Knut och Alice Wallenbergs stiftelse, KAW, har genom åren varit den helt dominerande finansiären av avancerad utrustning och infrastruktur men har i likhet med Vetenskapsrådet nyligen aviserat att stiftelsen inte längre kommer att finansiera basutrustning vid universiteten eller ge utrustningsbidrag till enskilda forskare, men åtminstone fram till 2015 avser KAW att finansiera nationell infrastruktur där en specifik teknologi är avgörande för ett områdes utveckling. Även andra privata stiftelser bidrar till olika typer av forskningsinfrastruktur.

## Definition av forskningsinfrastruktur

Begreppet forskningsinfrastruktur kan betyda vitt skilda saker och kan ha olika definitioner i olika sammanhang. Vetenskapsrådet använder följande definition som utgår från ESFRI:s:

”...verktyg som tillhandahåller viktiga tjänster till forskarvärlden för grundforskning eller tillämpad forskning. De täcker hela skalan av vetenskapliga och tekniska områden, från samhällsvetenskap till astronomi, genomik eller nanoteknologi. De kan vara centraliserade, distribuerade eller virtuella. Forskningsinfrastrukturer utgör de nödvändiga verktygen för framtida forskning av högsta kvalitet inom många områden.”

De forskningsinfrastrukturer som får stöd från Vetenskapsrådet ska helt eller delvis uppfylla följande generella kriterier. De ska:

- vara av brett nationellt intresse,
- ge förutsättningar för världsledande forskning,
- utnyttjas av ett flertal forskargrupper/användare med högt kvalificerade forskningsprojekt,
- vara så omfattande att enskilda grupper inte kan driva dem på egen hand,
- ha en långsiktig planering för vetenskapliga mål, finansiering och utnyttjande,
- vara öppet och enkelt tillgängliga för forskare, industri och andra aktörer samt ha en plan för tillgängligheten (gäller både utnyttjande av infrastrukturen, tillgång till insamlade data och presentation av resultat),

samt

- i relevanta fall, introducera ny spetsteknologi

Forskningsinfrastrukturer kan vara av olika karaktär. Man kan dela in dem på olika sätt, till exempel efter ämnesområden, geografisk spridning (centraliserad eller distribuerad) eller hur de fungerar för användarna. Vetenskapsrådet stödjer infrastrukturer som är öppet tillgängliga för svenska forskare och som drivs under internationell konvention, i annan internationell samverkan eller sammanhållet på nationell nivå. Däremot finansierar Vetenskapsrådet inte lokal infrastruktur och utrustning där tillgängligheten är begränsad till enskilda forskare eller forskargrupper.

Liknande infrastrukturer kan karakteriseras olika beroende på hur de används. Exempelvis hör en biomedicinsk "core facility" som främst används av forskargrupper vid ett universitet till en annan kategori än en identisk facilitet som görs tillgänglig nationellt och där användningen styrs av vetenskaplig prioritering efter "peer review"-bedömning.

Skillnaden mellan en distribuerad forskningsinfrastruktur och ett nätverk för samverkan kan ibland vara svår att dra. En infrastruktur har dock till skillnad från nätverket alltid gemensam styrning och noderna ingår i samma övergripande organisation. För att skapa en nationell infrastruktur av ett nätverk måste det påvisas att den mer sammanhållna formen ger ett mervärde för forskningen eller blir mer kostnadseffektiv.

## Kriterier för bedömning

Vid bedömning av forskningsinfrastruktur är vetenskaplig kvalitet det primära övergripande kriteriet. Vetenskapsrådet väger även in betydelse för samhällsutvecklingen (kunskapsuppbyggnad, internationalisering, teknikutveckling etc.), genomförbarhet (kostnader, teknisk och organisatorisk mognad etc.) och i relevanta fall även forskningsstrategiska överväganden.

Öppen tillgång till infrastrukturer och till de data som produceras vid dem är en nyckelfråga när det gäller att säkra den bästa forskningskvaliteten och få den bästa utväxlingen av gemensamma resurser som finansieras med offentliga medel.

För de nya nationella och europeiska infrastrukturer som byggs upp krävs som regel öppen utlysning, där användning sker efter kvalitetsprövning i konkurrens. Erfarenheten visar att utvecklingen av infrastrukturen och forskningen som utnyttjar den vinner på att de bästa projekten får tillträde. Kommersiella användare som bidrar med full kostnadstäckning för användning av infrastrukturen kan i relevanta fall få tillträde på andra villkor. En viss karenstid för öppen tillgänglighet till data och resultat, liksom begränsningar till följd av gällande lagar och förordningar, kan också förekomma. Vetenskapsrådet verkar för att förbättra möjligheterna att effektivare utnyttja forskningsdata från såväl myndigheter som enskilda forskare.



## Finansiering av forskningsinfrastruktur

Utvecklingen av forskningsinfrastruktur har flera faser, från idé, konceptutveckling och planering till konstruktion och drift samt ibland uppgradering och så småningom avveckling.

Dessa faser har olika behov av finansiering. Att på lång sikt säkerställa svenska forskares behov av infrastruktur innebär att olika typer av stöd och finansiering behövs. Stödformer som kan vara relevanta ur ett infrastrukturperspektiv är till exempel:

- **Projektbidrag** som kan generera idéer och koncept.
- **Planeringsbidrag** för designstudier och planering av uppbyggnad eller samverkan.
- **Bidrag för investering i utrustning eller databaser** kan användas både som del av uppbyggnad av nationell eller internationell infrastruktur eller för en enskild infrastruktur som görs nationell tillgänglig.
- **Driftsbidrag** för drift av gemensam forskningsinfrastruktur.

Konstruktionsfasen innebär, framför allt för centraliserade infrastrukturer i form av anläggningar och instrument, en stor investeringskostnad under en begränsad tid. Kostnadsbalansen mellan konstruktion och drift kan snarare vara det omvända för distribuerade infrastrukturer, där den största insatsen sällan avser investeringar utan gäller kontinuerligt arbete med standardisering, harmonisering och kvalitetssäkring av procedurer och data.

Vanligen behöver infrastrukturer så småningom uppgraderas för att behålla sin konkurrenskraft. Då behövs även finansiering av nyinvesteringar. Till slut kommer de flesta infrastrukturer att avvecklas; något som är förknippat med avsevärda kostnader för teknisk nedmontering och avveckling av personal etc. Därför bör en plan för avvecklingen fastställas redan innan beslut om uppbyggnad av en infrastruktur tas.

Vetenskapsrådet finansierar utöver bidrag till nationella infrastrukturer, medlemskap i ett antal internationella infrastrukturorganisationer som ger svenska forskare tillträde till anläggningarna. Bidrag kan vara i form av medlemsavgifter, men även genom så kallade in-kindbidrag där svenska universitet och andra forskningsinstitutioner utvecklar delkomponenter till infrastrukturer eller skapar noder i Sverige till internationella infrastrukturer.

### Långsiktig planering vid konjunktursvängningar

För några av de konventionsbundna infrastrukturer och infrastrukturer som tillämpar ERIC är medlemsbidragen relaterade till landets BNP. Det innebär att om Sveriges ekonomi utvecklas gynnsamt i förhållande till andra länder utan att Vetenskapsrådets medel från staten ökar, måste andra bidrag

som inte är konventionsbundna minska. Detta är en olämplig ordning för infrastrukturbidrag och den leder till svårigheter för den långsiktiga budgetplaneringen. Det vore därför önskvärt att Vetenskapsrådets anslag från staten följer de svängningar som kostnader för internationella medlemskap ger upphov till, alternativt att myndigheten får möjlighet till ökat anslags-sparande eller kredit i dessa sammanhang.

## Stöd till användning av infrastrukturer

Ny infrastruktur innebär stora strategiska satsningar som möjliggör banbrytande forskning. Samtidigt kan det vara svårt för stora delar av forskarsamhället att inse den nya infrastrukturens potential. En stor investering i ny infrastruktur bör därför kombineras med riktade projektbidrag under en begränsad tid i anslutning till att infrastrukturen tas i drift. Därmed kan bred användning bland forskargrupper stimuleras och investeringens lönsamhet öka.

Utbildning kring användande av infrastrukturer är väsentlig för effektiv användning av forskningsinfrastruktur. Att organisera utbildning och kunskapsutveckling i anknytning till nationella infrastrukturer är i huvudsak värduniversitetets ansvar, men också en angelägenhet för alla universitet med forskare som kan komma att nyttja infrastrukturen. Ökad samordning och utbyte av erfarenheter mellan olika typer av forskningsinfrastrukturer kan ge ett stort mervärde.

I samband med planerna att bygga spallationskällan ESS i Lund har avtal om forskningssamarbete undertecknats med Tyskland och Frankrike. Här finns möjligheter för svenska forskare att delta för att vidga och fördjupa sin kompetens inom bland annat instrumentutveckling, neutronforskning, strukturbologi, materialforskning, klimat- och miljöforskning samt kärnteknik.

## Uppföljning och utvärdering

För att kontinuerligt kunna tillgodose behoven av forskningsinfrastruktur är det nödvändigt att regelbundet följa upp befintliga infrastrukturer för att värdera om de fyller sitt syfte eller om det kan vara aktuellt att uppgradera eller avveckla infrastrukturen till förmån för andra initiativ. Vetenskapsrådet har sedan 2010 inskrivet i bidragsvillkoren för nationell forskningsinfrastruktur att utvärdering av verksamheten ska ske vart tredje till femte år.

Inom ESFRI diskuteras förutsättningar för och de fördelar som finns om de europeiska länderna i ökad utsträckning använder samma kriterier för bedömning av nya infrastrukturförslag och för utvärdering av existerande

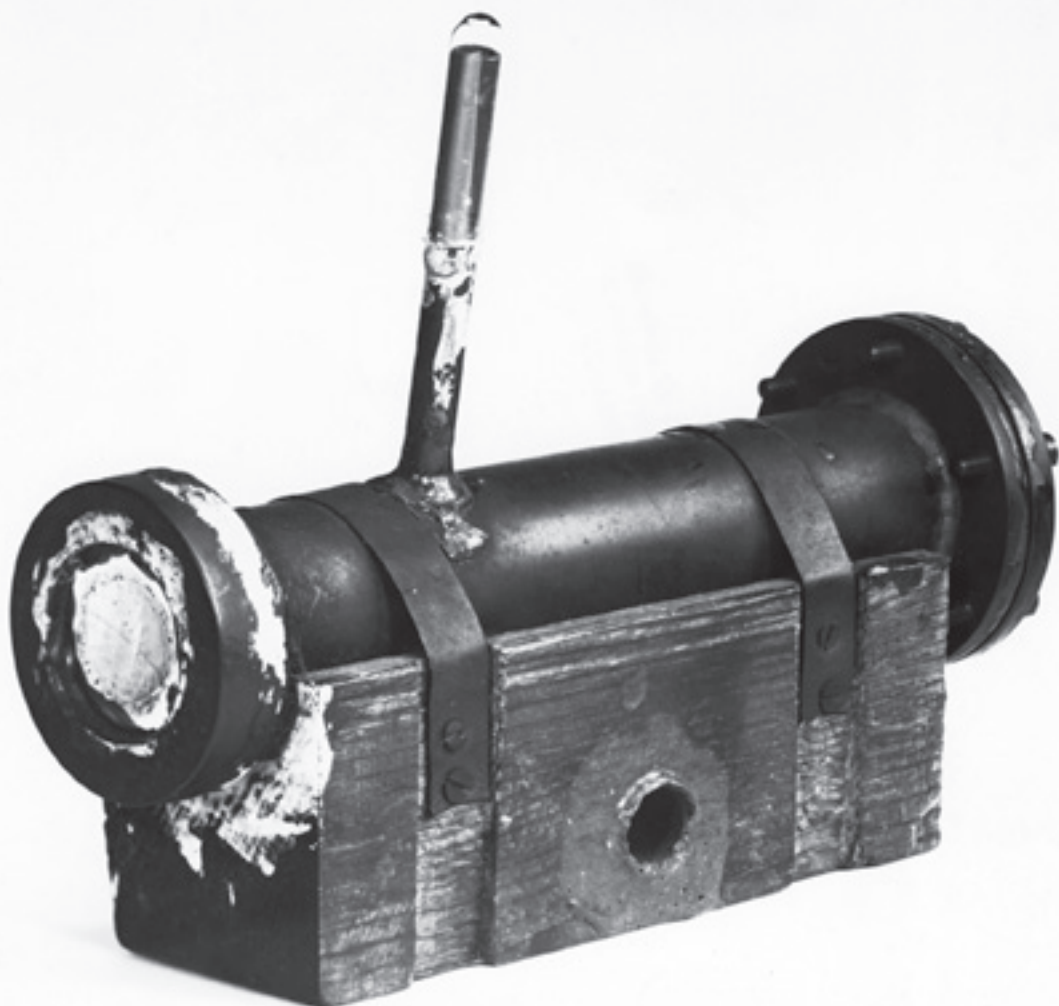


FOTO: SCANPIX

*Genom ett samarbetsavtal med Tyskland och Frankrike har svenska forskare möjlighet att fördjupa sin kompetens inom bland annat instrumentutveckling, neutronforskning, strukturbiologi, materialforskning, klimat- och miljöforskning samt kärnteknik. Bilden visar det verktyg som användes vid Chadwicks neutronexperiment som ledde till upptäckten av neutronen 1932.*

infrastrukturer, både nationella och gemensamma europeiska<sup>7</sup>. Vetenskapsrådet följer utvecklingen inom området.

De nordiska länderna har inom ett NORIA-net under 2010-2011 genomfört en pilotutvärdering av forskares användning av en sameuropeisk infrastruktur i syfte att ge vägledning inför framtida utvärderingar av det nordiska deltagandet i internationella infrastrukturer. Slutsatserna kommer att presenteras i början av 2012.

## Rekommendationer om infrastrukturprojekt för de närmaste åren

Vid sidan av de nysatsningar som ingår i rekommendationerna nedan behövs en ökad grad av samordning mellan forskningsinfrastrukturerna. Målsättningen är att uppnå allt större effektivitet i styrning och nyttjande. Processerna för uppföljning, utvärdering och prioritering behöver utvecklas och prövas såväl för befintliga infrastrukturer som för dem under uppbyggnad. Som ett led i det arbetet anger Vetenskapsrådet sedan 2010 tidpunkt för utvärdering eller uppföljning i bidragsvillkoren för de infrastrukturer som finansieras. Även svensk medverkan i konventionsbundna internationella åtaganden behöver ses över. Det nordiska NORIANet-samarbetet inom infrastruktur erbjuder ett forum för nordisk diskussion kring utvärderingsinstrument. Vetenskapsrådet för även diskussioner utifrån de principer för utvärdering, prioritering och finansiering som presenteras i det europeiska samarbetsforumet ESFRI:s vägvisare från 2010.

De infrastrukturer eller åtgärder som ingår i nedanstående rekommendationer beskrivs närmare i områdes- och infrastrukturbeskrivningarna, liksom i tabell 1.

För att stärka svensk forskning på lång sikt rekommenderar Vetenskapsrådet följande åtgärder (utan inbördes ordning):

### Internationellt deltagande

Sverige bör delta i de internationella infrastrukturer som har störst värde för svensk forskning

Forskningsinfrastruktur utgör en central del av det europeiska forskningsområdet, ERA, och Sverige bör delta i uppbyggnaden av de för svensk forsk-

---

<sup>7</sup> ESFRI WGR on evaluation of RIs, 2011

ning högst prioriterade projekten från den europeiska samarbetsorganisationen ESFRI:s vägvisare.

Efter utlysning och prioritering under 2011 vill Vetenskapsrådet lyfta fram följande infrastrukturer som mest relevanta för svensk forskning och utveckling: biobanksinfrastrukturen BBMRI.eu, dataarkivet för socialvetenskap CESSDA, socialundersökningen ESS, bioinformatikinfrastrukturen ELIXIR, nästa generations optiska teleskop ELT, infrastrukturen för växthusgasmätningar ICOS, strukturbioinformatikinfrastrukturen INSTRUCT, biodiversitetsinfrastrukturen Lifewatch och undersökningen om hälsa, åldrande och pensionering SHARE. Vetenskapsrådet avser att snarast inleda diskussioner om förutsättningar för svensk medverkan i ovanstående infrastrukturer och har beslutat om takbelopp och vissa villkor för svenskt inträde. Rådet för forskningens infrastrukturer har även tagit ett principbeslut om att förorda konstruktionen av det europeiska jätteteleskopet ELT.

I några fall behöver Sverige positionera sig även som värdland, i nuläget gäller det spallationskällan ESS och synkrotronen MAX IV i Lund samt den europeiska radaranläggningen EISCAT-3D med säte i Kiruna.

Nordiskt samarbete är många gånger en bra bas för Europasamarbetet och bör stärkas och utvecklas i de fall det bedöms ge ett mervärde.

### Sverige bör driva utvecklingen av e-infrastruktur

En av de kanske viktigaste framgångsfaktorerna för svensk forskning inom alla områden och överskådlig tid är att Sverige kan bibehålla och utveckla sin tätposition i Europa och internationellt när det gäller e-infrastruktur och e-vetenskap. Den snabba teknikutvecklingen ger helt nya möjligheter för elektronisk kommunikation, lagring, bearbetning och visualisering av forskningsdata. Utbyggnaden av e-infrastruktur påverkar i sin tur hur övriga infrastrukturer organiseras och görs tillgängliga för forskarna. Basala e-infrastrukturer kan ses som horisontella funktioner som är nödvändiga för ett flertal vertikala eller ämnesmässiga forskningsområden och andra infrastrukturer som t.ex. accelerators, teleskop, sensorer, digitaliserade arkivdata och analysutrustning.

I Sverige bildar datanätet SUNET och datorinfrastrukturen SNIC en struktur för kommunikation, lagring, beräkning, analys och modellering. Sverige har även positionerat sig i Europa när det gäller de allra kraftfullaste beräkningsresurserna och inom det nordiska och europeiska gridsamarbetet. Utvecklingen när det gäller e-verktyg för forskning är mycket snabb och fortsatt uppgradering av svensk e-infrastruktur är en avgörande framgångsfaktor för svensk forskning.

För att förbättra forskares tillgång till data för forskning genom en effektiv och säker integrering av data från olika källor återstår stora utmaningar



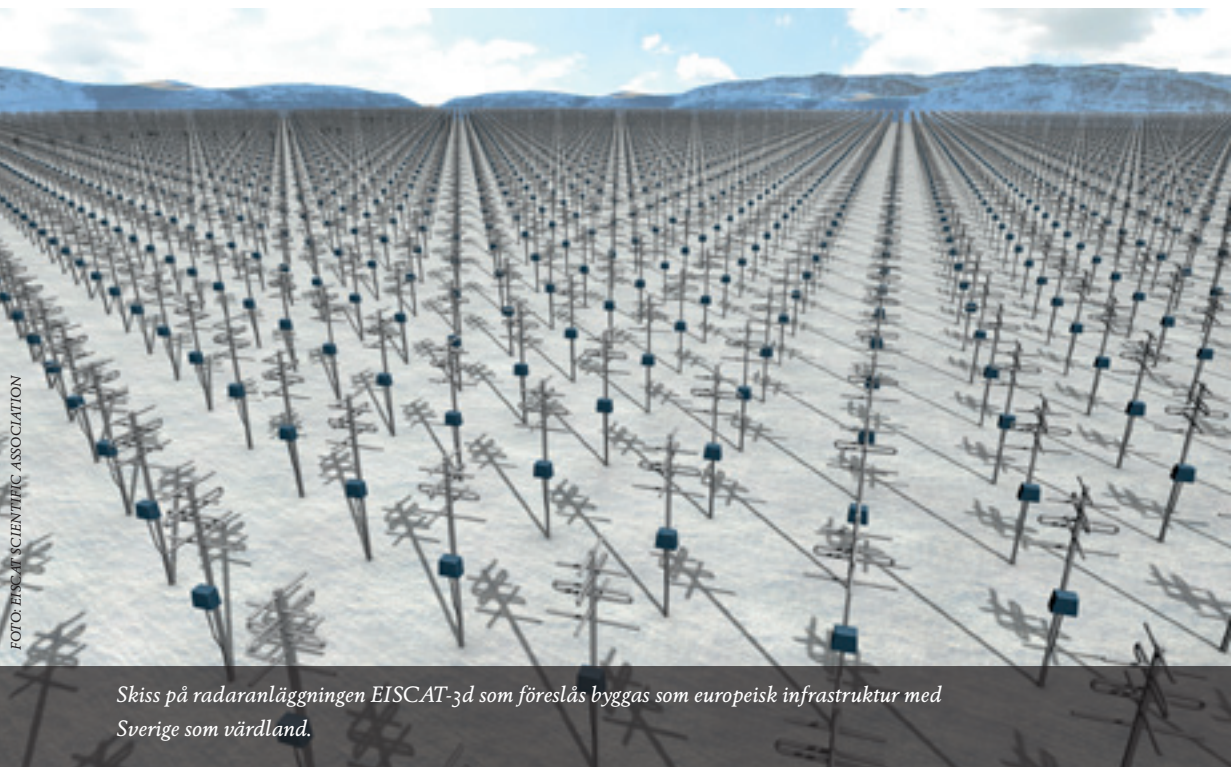


FOTO: EISCAT SCIENTIFIC ASSOCIATION

*Skiss på radaranläggningen EISCAT-3d som föreslås byggas som europeisk infrastruktur med Sverige som värmland.*

inklusive rutiner för kvalitetssäkring, dokumentation och arkivering. Det gäller både myndighetsdata som primärt samlas in i administrativt syfte och forskarnas egna data. Generella lösningar för federerade databassystem, principer för dataintegrering inklusive procedurer för autentisering och auktorisering behöver utvecklas inom ett flertal områden.

I och med den europeiska e-infrastrukturgruppen eIRG:s arbete och den svenska regeringens strategiska satsning på e-vetenskap, har ett vidgat uppdrag synliggjorts där e-infrastrukturen tydligare behöver integreras med vetenskapsområdesspecifika lösningar. Fokus behöver i flera fall flyttas från de fysiska resurserna till avancerat och långsiktigt användarstöd.

Sverige bör driva samordning av infrastruktur och data inom klimat- och miljöområdet. De pågående klimatförändringarna ställer forskningen om planeten jorden i fokus. Sverige har framstående forskning inom bl.a. marin miljö, ekologi och studier av förlopp i atmosfär och hav, som t.ex. utbytet av växthusgas, och utveckling av miljöteknik. Utmärkande för forskningen är att det vanligtvis krävs långa observationsserier på flera platser, ofta i internationell samverkan. Detta ställer krav på samordnad infrastruktur för mätning

och datahantering, aktuella exempel är ESFRI-projekten ICOS för växthusgasmätningar och Lifewatch för biodiversitetsdata där Vetenskapsrådet finansierar svenska infrastrukturer och under 2012 kommer att inleda för-



*Vetenskapsrådet är huvudfinansierare av Svenska Lifewatch, en nationell elektronisk infrastruktur som kommer att göra biodiversitetsdata sökbara och mer tillgängliga för forskning och miljöövervakning. Lifewatch är en del av en europeisk vision om att knyta samman forskningsresurser över hela Europa.*

handlingar om svenskt deltagande i uppbyggnaden av de europeiska motsvarigheterna. Vetenskapsrådet avser att tillsammans med andra aktörer prioritera långsiktig finansiering för uppbyggnad av e-infrastruktur för klimat- och miljöforskningen och ser Sverige som föregångare i den internationella samordningen av mätningar och datahantering. Vidare finns behov av specialiserad utrustning för att kunna ta och analysera prover av olika slag, t.ex. borrhärdar som speglar jordens utveckling. För landbaserad och marin forskning finns stora möjligheter att höja kvaliteten genom effektivisering och nationell samordning av forskningsstationer som är en viktig bas för en stor del av forskningen inom området. Utvecklingen inom detta område bör samordnas med Formas och möjliggör Vinnova.

### Sverige bör utveckla och samordna biomedicinska teknikplattformar

Vetenskapsrådet finansierar nationella infrastrukturer för biobank, bioinformatik, storskalig sekvensering, bioavbildning och kemisk biologi. Fortsatt utveckling av nationella teknikplattformar är en förutsättning för svensk biomedicinsk forskning. Dels behövs samordning och dataintegration mellan befintliga plattformar, dels behöver samarbetet med deras nordiska,

europiska och internationella motsvarigheter utvecklas. Här bör fortsatt samordning ske för maximala synergieffekter tillsammans med bland annat regeringens strategiska satsning på det molekylärbiologiska laboratoriet Science for Life Laboratory, Scilifelab. Rådet för forskningens infrastrukturer har initierat en utredning om en organisation av faciliteter för musfenotypning och ser stora möjligheter till samordning inom en nationell infrastruktur. En nationell facilitet för proteiners strukturbestämning är angelägen, liksom utökad instrumentering för biologisk avbildning och utveckling av teknikplattformar för proteomik, metabolomik och systembiologi.

## Sverige som magnet

Sverige bör värna om de möjligheter MAX IV och ESS öppnar för toppforskning

Satsningen på de främsta anläggningarna i sitt slag för synkrotronljus, neutronspredning och frielektronlaser i Sverige och norra Tyskland öppnar för helt nya forskningsmöjligheter med Sverige som centrum. Anläggningarna i Lund, MAX IV för synkrotronljus och ESS för neutronspredning, samt röntgenfielektronlasern XFEL och synkrotronen Petra III i Hamburg, bil-



*Vetenskapsrådet finansierar nationella infrastrukturer för biobanker, bioinformatik, storskalig sekvensering, bioavbildning och kemisk biologi. Fortsatt utveckling av nationella teknikplattformar är en förutsättning för svensk biomedicinsk forskning.*



dar ram för ett världsledande centrum för breda forskningsaktiviteter inom materialvetenskap, strukturbologi och övriga livsvetenskaper.

Finansieringen av acceleratoren och den första uppsättningen strålrör för synkrotronljusanläggningen MAX IV är säkrad, men en vidareutbyggnad av MAX IV behövs under kommande år för att fullt ut tillvarata anläggningens potential. Rådet för forskningens infrastrukturer anser det vara av vikt att nya samarbeten etableras inom bl.a. Östersjöområdet för att attrahera de bästa forskarna, bredda finansieringsbasen och bidra till teknikutveckling.

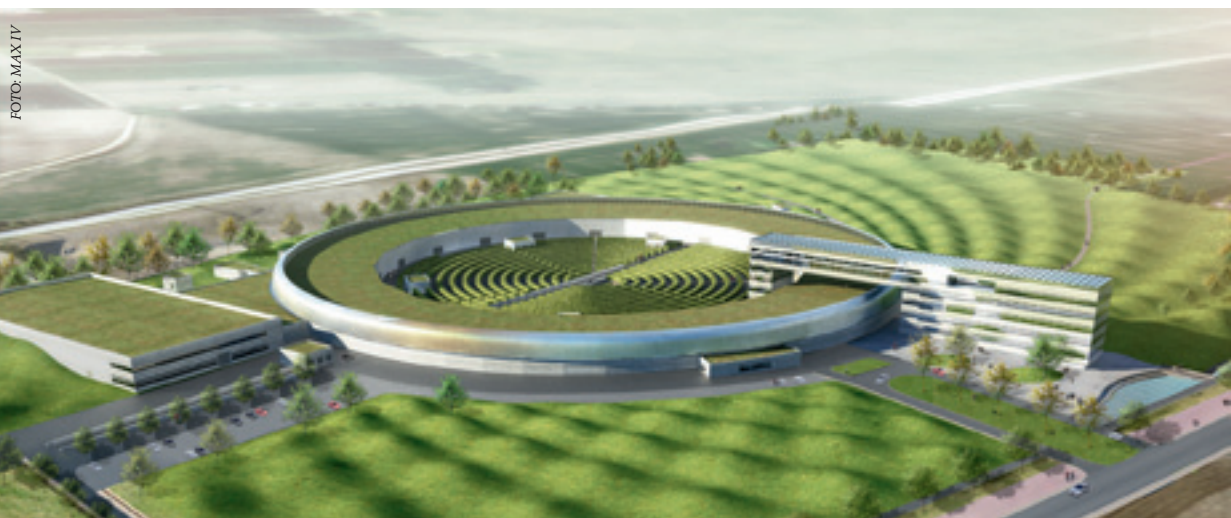
Uppbyggnaden av ESS förväntas ge svensk forskning helt nya möjligheter. Det stora mervärdet av ESS i Sverige väntas bli regional tillväxt, näringslivsutveckling och andra samhällsekonomiska vinster och det är därför viktigt att övrig forskning inte belastas med ökade kostnader för att anläggningen byggs i Sverige.

Det är angeläget att ta ett samlat grepp med riktade utlysningar av bidrag till forskning, forskarskolor och industrisamverkan för att få största möjliga effekt på lång sikt inom områden som kan nyttja MAX IV, ESS och frielektronlasrar. Till dessa områden hör materialvetenskap, strukturbologi, övriga livsvetenskaper och energi- och miljöforskning. För ett utvidgat samarbete med svensk industri krävs också samordning med Vinnova.

### Sverige bör utnyttja sin position inom personnummerbaserad registerforskning

Sveriges administrativa register, bland annat vid Statistiska Centralbyrån och Socialstyrelsen, är en resurs för forskarsamhället som saknar motstycke utanför Norden. Registerhållningen över hela befolkningen och systemet med personnummer ger Sverige unika förutsättningar att studera ett antal angelägna frågor kring sambandet mellan samhällsförhållanden, ekonomi, hälsa och utbildning. Trots att de svenska registren och databaserna är underutnyttjade inom forskning har värdet av dem bidragit till att delar av svensk samhällsvetenskap, folkhälsovetenskap och epidemiologi är ledande internationellt.

Genom att koppla registren till storskalig molekylär teknologi och standardiserade kliniska och populationsbaserade biobanker med tillhörande informatik ges helt nya möjligheter att studera molekylära och livsstilsmekanismer bakom våra vanliga folksjukdomar. En sådan struktur gör det också möjligt för Sverige att på ett avgörande sätt bidra till translationell forskning genom att överföra resultat från grundforskningen till nya verktyg för tidig diagnostik, prevention och individualiserad behandling. Vetenskapsrådet ser stora fördelar med samordning i form av en nationell, nordisk eller europeisk infrastruktur som underlättar möjligheterna att utnyttja databaser och register för forskning.



*Skiss över nästa generations synkrotronljuskälla, MAX IV, som nu byggs vid det nationella laboratoriet MAX-lab i Lund. Anläggningen kommer att ha ett tjugotal större instrument (strålrör) för att göra mätningar med en rad olika metoder och kommer att möjliggöra studier av mycket små prover inom ett brett fält, bland annat av nanostrukturerade material eller av mindre proteinkristaller än vad som hittills varit möjligt.*

FOJAB FOJAB SNÖHETTA

Genom att garantera långsiktighet för de mest värdefulla databaserna och undvika dubbling genom ökad samordning av offentligt finansierade surveydatabaser och longitudinella databaser inom samhällsvetenskap och medicin finns stora möjligheter till ökad tydlighet och på sikt lägre kostnader. Vetenskapsrådet har initierat en utredning om detta tillsammans med FAS och Riksbankens jubileumsfond.

Ytterligare insatser behövs när det gäller myndighetssamordning, utveckling av legala, tekniska och organisatoriska förutsättningar, rutiner för dokumentation, tillgänglighet och standardisering, samt effektiva och säkra rutiner för att koppla data från olika källor. Samordnade tekniska lösningar behöver utvecklas inom e-vetenskapens ram.

## Teknikutveckling och samverkan med näringsliv och samhälle

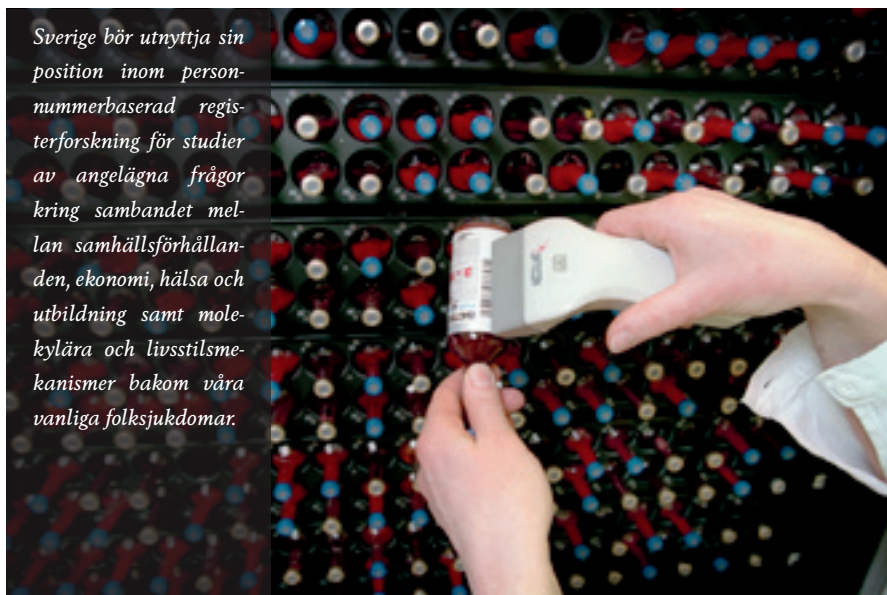
Sverige bör utnyttja de möjligheter forskningsinfrastrukturer erbjuder till samverkan. Sverige ligger efter övriga jämförbara europeiska länder när det gäller att ta hem industrikontrakt i samband med upphandling av teknik eller innovationer vid infrastruktursatsningar. Det är angeläget att Sverige utvecklar

en strategi för att bättre utnyttja de möjligheter som själva konstruktionen av forskningsinfrastrukturen ger för svensk industri. Ett initiativ för att på sikt stärka detta område påbörjas 2012 i form av ett pilotprojekt där svenska teknikstudenter erbjuds att göra sitt examensarbete vid CERN. Exempel på områden där Sverige har möjlighet att stärka sin position både vad gäller forskning och teknikutveckling är inom accelerator- och antennutveckling, och mera generellt avseende komponenter och instrument till stora forskningsanläggningar och distribuerade faciliteter.

Det är de vetenskapliga motiven som måste driva utvecklingen av infrastruktur, men samverkan med näringsliv och offentlig sektor i utvecklingsarbetet och som användare av infrastruktur är viktigt för svensk forskning och samhällsutveckling. En nationell handlingsplan för industrisamverkan bör tas fram som relaterar till det pågående EU-initiativ som är en fortsättning på ERA-netprojektet ERID-watch<sup>8</sup>. Sveriges välfärd kommer till stor del från innovations- och forskningsiniterade industrier inom t.ex. läkemedel-, metall-, skog- och elektronikbranscherna. Också för de små och medelstora kunskapsbaserade företagen ökar betydelsen av tillgång till avancerade infrastrukturer. Satsning på forskningsinfrastrukturer är väsentlig för att denna positiva utveckling ska fortsätta. För ett utvidgat samarbete med näringslivet krävs samordning med Vinnova. Samhällsuppbyggnad innefattar även behov av ökad kunskap som bas för välfärdssektorns utveckling och

*Sverige bör utnyttja sin position inom personnummerbaserad registerforskning för studier av angelägna frågor kring sambandet mellan samhällsförhållanden, ekonomi, hälsa och utbildning samt molekylära och livsstilsmekanismer bakom våra vanliga folksjukdomar.*

FOTO: SCANPIX



<sup>8</sup> <http://www.eridwatch.eu/>

forskningsinfrastrukturer som stöd till forskning inom samhällsvetenskap, humaniora, medicin och hälsa bidrar till ny kunskap om människans villkor i ett föränderligt samhälle.

*Det är angeläget att Sverige utvecklar en strategi för att bättre utnyttja de möjligheter som själva konstruktionen av forskningsinfrastrukturen ger för svensk industri. Bilden visar montering av sfäriska rullager vid svenska SKF, 1965.*

FOTO: PRESENS BILD, SCANPIX



## Tabeller

I tabell 1 presenteras ett antal nya infrastruktursatsningar eller åtgärder som bedöms vara av stort nationellt intresse. Åtgärderna kan, förutom rekommendation om investering eller drift, vara i form av utredning eller ökad samordning som bedöms ge ett mervärde för forskningen och/eller bättre samutnyttjande av gemensamma resurser. I tabell 2 presenteras infrastrukturinitiativ som bedöms ha potential för framtida forskning men där osäkerhetsfaktorn ännu är relativt stor varför mer ingående granskning behövs. I tabell 3 presenteras existerande infrastrukturer med bidrag från Vetenskapsrådet. De som nyligen beslutats eller är under uppbyggnad kan antas få nya eller ökande behov under den kommande fyraårsperioden.

Tabellerna innebär *inte* något åtagande från Vetenskapsrådet att finansiera de nya infrastrukturerna som omnämns. Eventuella beslut om finansiering föregås av utlysning, granskning och prioritering.

För att ge bättre överblick har infrastrukturprojekten i tabellerna delats in i större områden. Notera att många av infrastrukturerna används inom flera olika forskningsområden, till exempel används beräknings-, analys och modelleringsresurserna som redovisas under e-vetenskap inom samtliga områden, register och persondatabaser liksom den nationella datatjänsten SND används inom både samhällsvetenskap och medicin och synkrotron- och neutronanläggningar har förutom inom materialvetenskap stor användning inom medicin och livsvetenskaperna och till viss del även inom övriga områden.

Infrastrukturprojekten finns beskrivna både i områdesöversikterna där de sätts i sitt sammanhang, och i avsnittet med infrastrukturbeskrivningar där respektive infrastruktur beskrivs mer detaljerat.

## Behov av nya medel för investeringar och drift

De föreslagna nya gemensamma forskningsinfrastrukturer som anses vara mest angelägna för att svensk forskning ska hålla högsta kvalitet redovisas i tabell 1. I tabellen anges den uppskattade totala kostnaden för konstruktion och drift av respektive infrastruktur samt trolig tidsperiod för beslut. Flera av projekten gäller internationella infrastrukturer där svensk medverkan bedöms vara angelägen, eller uppbyggnad av svenska noder till internationella distribuerade infrastrukturer.

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, bör de totala bidragen för drift öka progressivt.

En uppskattning är att bidrag till drift och investeringar i forskningsinfrastruktur behöver vara drygt 300 miljoner kronor högre per år 2016 jämfört med dagens nivå.



Tabell 1. Nya högprioriterade infrastrukturbedov.

Här presenteras infrastrukturer som i dag inte finansieras av Vetenskapsrådet men som bedöms vara av stort nationellt intresse, alternativt ett område eller infrastrukturer som bedöms vara i stort behov av närmare utredning eller samordning. Beskrivning av infrastrukturer och motivering av behov och åtgärder finns i områdesöversikter från sidan 48 och i avsnittet med infrastrukturbeskrivningar från sidan 79.

Infrastruktur	Nationell/ Internationell	Status/åtgärd	Total kostnad* 2012-15	Total kostnad* 2016-2019
<i>Samhällsvetenskap och humaniora</i>				
CESSDA (ESFRI)	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	8 Mkr	8 Mkr
ESS (ESFRI)	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	4 Mkr	4 Mkr
ESS (svensk insamling)	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	14 Mkr	14 Mkr
SHARE (ESFRI)	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	25 Mkr	25 Mkr
Register- och persondatabaserad infrastruktur	Nat	Pågående pilotstudie	25 Mkr	25 Mkr
Utveckling av SND, datatjänst för samhällsvetenskap, humaniora och medicin	Nat	Åtgärder efter uppföljning genomförs 2012	25 Mkr	25 Mkr
Surveydata och longitudinella studier (HS, U, MH)	Nat	Ny utredning	-	-



Infrastruktur	Nationell/ Internationell	Status/åtgärd	Total kostnad* 2012–15	Total kostnad* 2016–2019
<b>Miljövetenskaper</b>				
EISCAT-3D (ESFRI)	Int	Handlingsplan tas fram 2012	150 Mkr	75 Mkr
Forskningsstationer	Nat/int	Del av nationellt nätverk	50 Mkr	80 Mkr
ICOS (ESFRI)	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	8 Mkr	10 Mkr
Värdskap Carbon portal	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	30 Mkr	40 Mkr
Lifewatch (ESFRI)	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	20 Mkr	20 Mkr
Värdskap biodiversitetsportal	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	20 Mkr	20 Mkr
<b>Biologi och medicin</b>				
BBMRI (ESFRI)	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	8 Mkr	8 Mkr
ELIXIR (ESFRI)	Int	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	25 Mkr	35 Mkr
INSTRUCT (ESFRI)	Int/ Nat	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	3 Mkr	3 Mkr
Swedstruct	Nat	Förhandling om deltagande i europasamarbete under 2012	12 Mkr	12 Mkr
Teknikplattformar (proteomik, metabolomik, systembiologi)	Nat/Int	Ansökansdrivet	250 Mkr	150 Mkr
<b>Materialvetenskap</b>				
MAX IV (nya experimentstationer/strålrör)	Nat	Ansökansdrivet, uppskattning om totalt 2-4 nya strålrör per fyraårsperiod varav Vetenskaprådet prel. står för 3	160 Mkr**	80 Mkr**

Infrastruktur	Nationell/ Internationell	Status/åtgärd	Total kostnad* 2012–15	Total kostnad* 2016–2019
<b>Fysik- och teknikvetenskaper</b>				
E-ELT (ESFRI)	Int (ESO)	Inriktningsbeslut taget 2010	50 Mkr	30 Mkr
LHC-uppgradering, "Super-LHC"	Int	Acceleratorn inom ramen för CERN-medlemskapet, experiment- stationerna bekostas av kollabora- tionerna	60 Mkr	20 Mkr
<b>e-vetenskap***</b>				
Utökat användarstöd, e-infrastruktur (SNIC)	Nat	Förstärkning av basresurser inom e-infrastruktur	70 Mkr	90 Mkr
Utökning hårdvara e-infrastruktur (SNIC)	Nat	Förstärkning av basresurser inom e-infrastruktur	100 Mkr	100 Mkr
Servicefunktioner och lagringsresurser, (SNIC/Swestore)	Nat	Förstärkning av basresurser inom e-infrastruktur	30 Mkr	80 Mkr
SUNET, nya användare	Nat	Förstärkning av basresurser inom e-infrastruktur	30 Mkr	150 Mkr

\* Uppskattad totalkostnad under perioden i 2011 års penningvärde. För internationella infrastrukturer avses den svenska delen av kostnaden (investering, medlemsavgift och drift). För nationella infrastrukturer avses den totala svenska kostnaden (investering och drift). I förekommande fall anges Vetenskaprådetets del av kostnaden i fotnot. Se beskrivning av respektive infrastruktur.

\*\* Beräknad investering från Vetenskaprådet, totalt behov ca 2–4 strålrör per år under de kommande 5–6 åren.

\*\*\* Kostnader för e-infrastruktur i form av beräknings-, analys-, modellerings- och lagringsresurser samt dedicerade nätanslutningar, ryms även inom de flesta av de beskrivna infrastrukturerna.

Tabell 2. Nya infrastrukturinitiativ, bedömning av svenskt intresse ska göras.

Här presenteras infrastrukturer eller områden som bedöms ha potential men där osäkerhetsfaktorn i nuläget är stor. I flera fall pågår bedömning av infrastrukturernas värde för svensk forskning under perioden 2012-2015. Se närmare beskrivning av infrastrukturerna längre fram i guiden.

Infrastrukturer	Tidsram för beslut	Nationell/ Inter-nationell	Status/åtgärd	Svensk kostnad investering* 2012-2015	Svensk kostnad drift* 2016-2019
<b>Samhällsvetenskap och humaniora</b>					
CLARIN (ESFRI) språkteknologi	Kort/mellan	Int	Ny utredning	30 Mkr	9 Mkr
DARIAH (ESFRI)	Kort	Int	Deltagande genom SND	6 Mkr	3 Mkr
<b>Miljövetenskaper</b>					
ANAAE (ESFRI) experimentell ekologi	Mellan/lång	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	60 Mkr	14 Mkr
EMBRC (ESFRI)	Mellan/lång	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	28 Mkr	68 Mkr
EMSO (ESFRI)	Kort	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	45 Mkr	36 Mkr
EPOS (ESFRI) tekniska plattor	Mellan	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	142 Mkr	91 Mkr
IODP (nytt program) havsborringsprogram	Kort	Int	Utreds 2011-12, nytt program från 2013	8 Mkr	10 Mkr
SIOS (ESFRI) Svalbardobservatorium	Mellan	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	14 Mkr	11 Mkr

Infrastrukturer	Tidsram för beslut	Nationell/ Inter- nationell	Status/åtgärd	Svensk kostnad investering* 2012–2015	Svensk kostnad drift* 2016–2019
<i>Energi</i>					
MYRRHA (ESFRI) testreaktor	Mellan/lång	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	270 Mkr	53 Mkr
<i>Biologi och medicin</i>					
EATRIS (ESFRI) translationell forskning	Kort	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen, avslutas	6–28 Mkr	3,5–9 Mkr
ERINHA (ESFRI) hög säkerhetslab	Mellan/lång	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	50 Mkr	27 Mkr
EU-openscreen (ESFRI)	Kort	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	11 Mkr	45 Mkr
Eurobioimaging (ESFRI) bioavbildning	Kort	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	171 Mkr	284 Mkr
ISBE (ESFRI) systembiologi	Mellan/lång	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	85 Mkr	114 Mkr
Musfenotypning inkl. INFRAFRONTIER (ESFRI)	Kort	Nat/Int	Utredning om infrastruktur för fenotypning pågår där nationell organisation och finansiering ska klargöras under 2012	51 Mkr **	91 Mkr **

Infrastrukturer	Tidsram för beslut	Nationell/ Inter-nationell	Status/åtgärd	Svensk kostnad investering* 2012–2015	Svensk kostnad drift* 2016–2019
<b>Materialvetenskap</b>					
EURO-fel (ESFRI) frielektronlaster	Kort	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen, avslutas	341–455 Mkr	137–182 Mkr
<b>Fysik- och teknikvetenskaper</b>					
CLIC/ILC linjärkolliderare	Lång	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen	ingen uppgift	ingen uppgift
CTA (ESFRI)	Mellan	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	43 Mkr	11 Mkr
Cherenkovteleskop	Mellan	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	24 Mkr	20 Mkr
EST, solteleskop	Mellan	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	100 Mkr (första etapp.)	114–170 Mkr (första etapp.)
SKA (ESFRI) radioteleskop	Mellan	Int	Svenskt deltagande i planeringsfasen pågår	100 Mkr (första etapp.)	114–170 Mkr (första etapp.)

\* För de infrastrukturer som ingår i ESFRI:s vägvisare är uppskattningen av kostnad baserad på uppgifter i ESFRI:s vägvisare 2010 och en tänkt svensk andel på ca 3%. Första perioden, 2012-2015, avser svensk del av konstruktionen och den andra perioden, 2016-2019, avser driften. Dessa siffror är preliminära och kommer att ändras om svenskt deltagande skulle bli aktuellt, t.ex. ska kostnaderna för hela projektet fastställas närmare, storleken på den svenska andelen kommer att förhandlas och kan tänkas vara större eller mindre än i denna schablon. Dessutom kommer kostnaden för konstruktionen att räknas på längre tid än fyra år och i flera fall kommer driftskostnaderna inte att uppstå redan 2016. Eventuell uppbyggnad av svensk nod e.dyl. är inte inkluderat i ovanstående beräkningar. För nationella infrastrukturer avses den totala svenska kostnaden (investering och drift). Se beskrivning av respektive infrastruktur.

\*\* Gäller endast kostnad för den europeiska infrastrukturen.

**Tabell 3. Befintliga infrastrukturer som finansieras av Vetenskapsrådet**

Här presenteras infrastrukturer som helt eller delvis finansieras av Vetenskapsrådet. Nyligen beslutade infrastrukturer som är under uppbyggnad innebär att nya eller ökande behov under den kommande fyraårsperioden är troliga men i de flesta fall ännu inte definierade. Komplettering eller utveckling av dessa infrastrukturer förväntas konkurrera med övriga initiativ vid de årliga öppna utlysningarna av bidrag till infrastruktur. Specifika, redan kända behov som prioriterats presenteras i tabell 1. Se närmare beskrivning av respektive infrastruktur.

Infrastrukturer	Nationell/ Internationell	Ny, under uppbyggnad	Tid för uppföljning, ev. ut-/avveckling	Total kostnad 2012-2015	Total kostnad* 2016-2019
<i>Samhällsvetenskap och humaniora</i>					
ESS, europeisk socialundersökn. (svensk insamling)	Nat		Finansierad t.o.m. 2011, föreslås bli ESS-ERIC fr.o.m. 2012, se tabell 1	Se tabell 1	Se tabell 1
SND datatjänst för samhällsvetenskap, humaniora och medicin	Nat		Utvärdering 2011, se även tabell 1	32 Mkr	32 Mkr
<i>Miljövetenskaper</i>					
EISCAT, jonosfärsforskning	Int		Ersätts delvis av EISCAT-3D	20 Mkr	20 Mkr
GBIF, biodiversitet	Int		För både GBIF int. och svensk nod vid NRM.	9 Mkr	9 Mkr
ICDP/SDDP djupborrning	Nat/Int		Inkluderar ICDP int. och svenska SSDP-nätverket. Omförhandlas fr.o.m. 2014	42 Mkr	15 Mkr
IODP/ECORD oceanborrning	Int		Nytt program från 2013, se tabell 2	5 Mkr (t o m 2012)	-
Nordsim, masspektrometer för geologi	Int (Norden)		Omförhandlas fr.o.m. 2015	4 Mkr	4 Mkr



Infrastrukturer	Nationell/ Internationell	Ny, under uppbyggnad	Tid för uppföljning, ev. ut-/avveckling	Total kostnad 2012-2015	Total kostnad* 2016-2019
ECDS (tidigare SND-KM) data-tjänst för klimat- och miljö	Nat		Omförhandlas fr.o.m. 2014	18 Mkr	18 Mkr
Svenska ICOS, koldioxidmätning	Nat	x	Omförhandlas fr. o. m 2014	67 Mkr	40 Mkr
Svenska Lifewatch, biodiversitet	Nat	x	Omförhandlas fr. o. m 2014	23 Mkr	23 Mkr
<b>Energi</b>					
ITER fusionsreaktor	Int		Finansieras inom Euratom	2,5 Mkr	2,5 Mkr
JET fusionsexperiment	Int		Finansieras inom Euratom. Avtal t.om. 2015	7,5 Mkr	7,5 Mkr
<b>Biologi och medicin</b>					
BBMRI.se, biobanker	Nat	x	Omförhandlas fr.o.m. 2014	106 Mkr	80 Mkr
CBCS, kemisk biologi	Nat	x	Omförhandlas fr.o.m. 2014	45 Mkr	48 Mkr
BILS, bioinformatik	Nat	x	Omförhandlas fr.o.m. 2014	70 Mkr	80 Mkr
EMBL, molekylärbiologi	Int		Konventionsbunden. Tidpunkt för utvärdering ska fastställas	100 Mkr	100 Mkr
INCF, neuroinformatik	Int		Tidpunkt för utvärdering ska fastställas	3,6 Mkr	3,6 Mkr
MIMS, molekylärmedicin	Nat		Omförhandlas fr.o.m. 2014	63 Mkr	63 Mkr
SNISS, DNA-sekvensering	Nat		Omförhandlas fr.o.m. 2014	38 Mkr	38 Mkr
Swedish bioimaging, avbildning	Nat	x	Omförhandlas fr.o.m. 2014	135 Mkr	135 Mkr

Infrastrukturer	Nationell/ Internationell	Ny, under uppbyggnad	Tid för uppföljning, ev. ut-/avveckling	Total kostnad 2012-2015	Total kostnad* 2016-2019
<b>Materialvetenskap</b>					
ESRF, synkrotronljus	Int		Konventionsbunden. Tidpunkt för utvärdering ska fastställas	69 Mkr	75 Mkr
ESS, spallationskälla	Int	x		680 Mkr**	680 Mkr**
ILL, neutronforskning	Int		Omförhandlas 2013	70 Mkr	76 Mkr
ISIS, neutronforskning	Int		Gäller t.o.m. 2012	10 Mkr	10 Mkr
MAX IV, synkrotronljus (inkl MAX-lab)	Nat	x	Exkl. konstruktion av nya strålrör, se tabell 1	785 Mkr	880 Mkr
Myfab, renrum	Nat	x	Omförhandlas fr.o.m. 2014	124 Mkr	124 Mkr
PETRA III, svenskt strålrör, synkrotronljus	Nat	x	Planerad start 2014. Uppföljning ca tre år senare	10 Mkr	40 Mkr
Super-Adam, neutron- reflektometer vid ILL	Nat	x	Omförhandlas fr.o.m. 2014	23 Mkr	23 Mkr
XFEL, röntgenfrielektronlaser	Int	x	Konventionsbunden. Tidpunkt för utvärdering ska fastställas	76 Mkr	85 Mkr
<b>Fysik- och teknikvetenskaper</b>					
CERN, partikelfysik	Int		Konventionsbunden. Tidpunkt för utvärdering ska fastställas	880 Mkr	950 Mkr
ESO, astronomi	Int		Konventionsbunden. Tidpunkt för utvärdering ska fastställas	153 Mkr	165 Mkr

Infrastrukturer	Nationell/ Internationell	Ny, under uppbyggnad	Tid för uppföljning, ev. ut-/avveckling	Total kostnad 2012-2015	Total kostnad* 2016-2019
FAIR, kärnfysik	Int	x	Konventionsbunden. Tidpunkt för utvärdering ska fastställas	85 Mkr	60 Mkr
Icecube neutrinoteleskop	Int		Driftsbidrag t.o.m. 2013	5,5 Mkr	5,5 Mkr
ISE, solteleskop	Nat		Omförhandlas prel. fr.om. 2016	22 Mkr	22 Mkr
NOT, astronomi	Int (Norden)		Nedfasning prel. 2013-2016	15 Mkr	3 Mkr
Onsala rymdobservatorium, radioastronomi och geodesi	Nat		T o m 2013, nytt beslut från 2014	150 Mkr	162 Mkr
<b>e-vetenskap</b>					
Databaser	Nat			100 Mkr***	100 Mkr***
NDGF, datagrid	Int (Norden)		Ny org fr.o.m. 2012	5 Mkr	5 Mkr
PRACE, beräkningar	Int		Omförhandlas fr.o.m. 2014	136 Mkr	136 Mkr
SNIC, beräkningar	Nat		Ny org fr.o.m. 2012	280 Mkr	280 Mkr
SUNET, datanät (anslag)	Nat		Utvärdering 2012	168 Mkr	168 Mkr

\*Kostnaden är projicerad. För internationella infrastrukturer avses den svenska delen av kostnaden (investering, medlemsavgift och drift). För nationella infrastrukturer avses Vetenskapsrådets del av kostnaden. Se beskrivning av respektive infrastruktur.

\*\* Vetenskapsrådets del av kostnaden, övrigt går via Utbildningsdepartementet.

\*\*\* Varav ca 15 Mkr/år går till bidrag för stora databaser som söks i konkurrens.

*Prov för undersökning av pulverdifraktion vid strålrör I711, MAX IV-laboratoriet.*

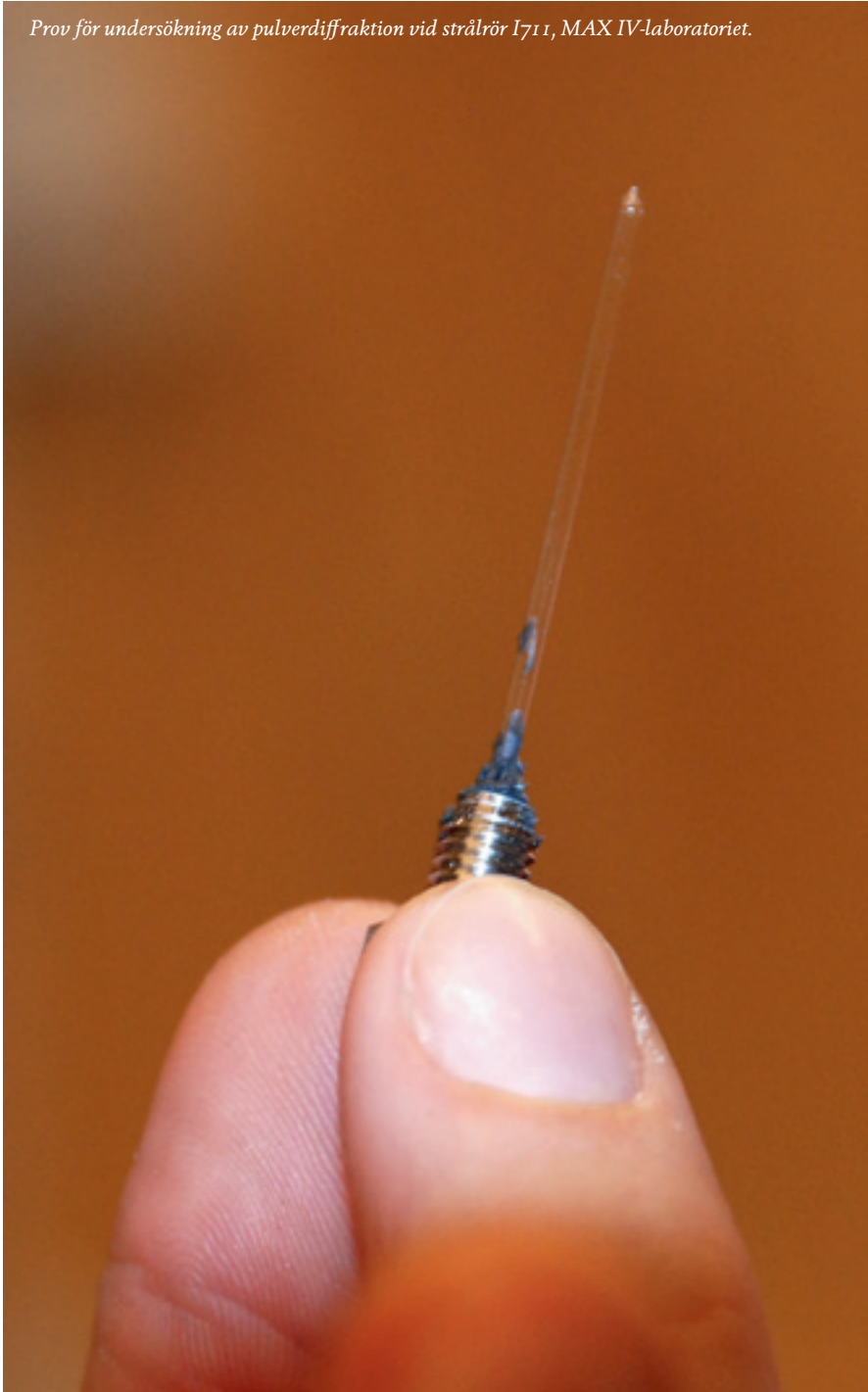


FOTO: ANNIKA NYBERG, MAX IV-LABORATORIET, 2011

# OMRÅDESÖVERSIKTER

## Samhällsvetenskap och humaniora

I vårt globala samhälle står vi inför stora utmaningar där humanistiska och samhällsvetenskapliga perspektiv är av central betydelse. Det gäller dels förståelsen för omvälvande processer och strukturförändringar, dels att utarbeta och ta ställning till politiska, ekonomiska och sociala tolkningsmodeller och föreslå lösningar på problemen. Vi behöver förstå och handla klokt inför ökade klyftor mellan människor beroende på skilda ekonomiska, sociala och kulturella förutsättningar i en föränderlig värld.

Den humanistiska och samhällsvetenskapliga forskningen spelar en central roll för förståelsen av omvärlden och för vårt agerande. Under de senaste femton åren har en kraftig ökning av tillgången till omfattande mikrodata-



FOTO: AFP PHOTO SUCCESSION PICASSO

*I vårt globala samhälle står vi inför stora utmaningar där humanistiska och samhällsvetenskapliga perspektiv är av central betydelse. Vi behöver förstå och handla klokt inför ökade klyftor mellan människor beroende på skilda ekonomiska, sociala och kulturella förutsättningar i en föränderlig värld. Då behov av infrastruktur inom humaniora, samhällsvetenskap och hälsa i vid bemärkelse har ökat starkt, inrättade rådet för forskningens infrastrukturer 2011 en ny beredningsgrupp med fokus på dessa frågor. Bilden visar Pablo Picassos "Maya med docka".*

baser varit en av de viktigaste drivkrafterna bakom metod- och teoriutvecklingen inom samhällsvetenskap och humaniora. Tillgången till stora databaser med omfattande information på individnivå, har bidragit till att tidigare föreställningar och forskningsresultat ställts i ett helt nytt ljus. Det har skapat möjligheter att studera problem som tidigare inte har kunnat analyseras på ett adekvat sätt.

Utvecklingsområdena är dock fortsatt mycket stora: strukturer och gemensamma standarder måste skapas som underlättar insamling, strukturering och analyser av empiriska data över regions- och nationsgränser och samtidigt underlättar samverkan mellan olika forskningsdiscipliner. Institutioner som garanterar forskare öppen och långsiktig tillgång till data över institutionella och nationella gränser är en annan nyckelfaktor för utveckling av området. Samtidigt måste den personliga integriteten säkerställas genom en öppen diskussion kring forskningsetiska frågor och genom tillvaratagande av de möjligheter till säkrare förvaring av data och skyddande av känsliga uppgifter som ny teknik erbjuder.

Då behov av infrastruktur inom humaniora, samhällsvetenskap och hälsa i vid bemärkelse har ökat starkt, inrättade rådet för forskningens infrastruktur 2011 en ny beredningsgrupp med fokus på dessa frågor. Vetenskapsrådet har även en rådgivande expertgrupp inom databasfrågor, DISC.

## Behov av nya infrastrukturer eller åtgärder

De mest angelägna behoven av infrastruktur för samhällsvetenskap och humaniora är att skapa bättre förutsättningar för forskning med hjälp av databaser och register. Det är viktigt att åstadkomma ett myndighetsövergripande system för tillgång till registerdata och andra stora datamängder (t.ex. biobanksdata och kulturarvsdata), innefattande såväl data från centrala myndigheter som regionala myndigheter och organisationer. Ett sådant myndighetsövergripande system bör ta ett helhetsgrepp kring de organisatoriska, tekniska, legala, etiska och politiska hindren för forskning med hjälp av databaser och register oavsett typ av data. Utvecklingen av ett system för federerade databaser som innebär att data kan nås och samutnyttjas på andra sätt än genom fysisk förflyttning framstår som alltmer nödvändigt ur praktiska och rättsliga synpunkter. Utveckling av sådana system är också prioriterat på nordisk nivå, och är ett led i att göra unika nordiska dataresurser tillgängliga internationellt. För samhällsvetenskaperna liksom delar av medicinområdet är det angeläget att se över nuvarande rättsläge vad avser de regler som omgärdar hanteringen av personuppgifter i forskningen, särskilt avseende sekretessprövning, etikprövning och personuppgiftslagens bestämmelser och tillämpning.



Vetenskapsrådet har identifierat möjligheter till effektivisering och kvalitetssäkring genom samordning av surveydata och longitudinella data och har därför initierat en utredning tillsammans med FAS och Riksbankens jubileumsfond.

Svensk nationell datatjänst, SND, är en serviceorganisation för forskning inom humaniora, samhällsvetenskap och medicin med uppgift att underlätta för forskare att få tillgång till befintliga data inom och utom landet. Under 2011 utvärderades SND, under 2012 kommer ett antal åtgärder att föreslås som förtydligar SND:s uppdrag mot bakgrund av de behov som identifierats.

Utvecklingen går alltmer mot samordnade insatser inom Europa och globalt för att bygga upp, förbättra och underhålla internationellt jämförbara forskningsdata. Sverige bör delta i ESFRI-projekt som den europeiska samarbetsorganisationen och databasnätverket CESSDA (Council of European Social Science Data Archives) och surveyundersökningarna ESS (European Social Survey), och SHARE (Survey of Health Ageing and Retirement in Europe) för att bidra till och säkerställa tillgången till de data som projekten genererar och för att medverka i utvecklingen av gemensamma metadata och gemensamma standarder. Vetenskapsrådet har i slutet av 2011 rekommenderat svensk medverkan i CESSDA, ESS och SHARE, något som sedan ska förhandlas inom respektive infrastruktursamarbete.

Inom CLARIN (Common Language Resources and Technology Infrastructure) skapas en integrerad och standardiserad forskningsinfrastruktur för språkliga resurser. Vetenskapsrådet avser att utreda språkteknologi-områdets behov av infrastruktur, bland annat relaterat till CLARIN, och hur det svenska samarbetet bör organiseras. DARIAH (Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities) verkar för att skapa en samordnad teknisk infrastruktur för att förbättra och understödja digitalt baserad forskning inom humaniora.

Initiativ har även tagits för att samordna och hitta gemensamma lösningar för de fem ESFRI-initierade infrastrukturerna inom samhällsvetenskap och humaniorasområdet – DASISH (Data Service Initiative for Social science and Humanities). DASISH-projektet är finansierat inom EU:s sjunde ramprogram i tre år med början 2012. Sverige är europeisk koordinator för DASISH.

Digitalisering av kulturarvet och hur det ska kunna ske för att komma forskningen till gagn är en aktuell och komplex fråga för forskare inom flera områden. Ett initiativ för att främja detta är ERA-netprojektet DC-NET (Digital Cultural heritage NETwork) som kommer att presentera sina slutsatser i slutet av 2011. Det svenska deltagandet koordineras av Riksarkivet.

## Behov av e-infrastruktur

Den humanistiska och samhällsvetenskapliga forskningen behöver ökad tillgång till högkvalitativa och relevanta data på makro- och mikronivå.

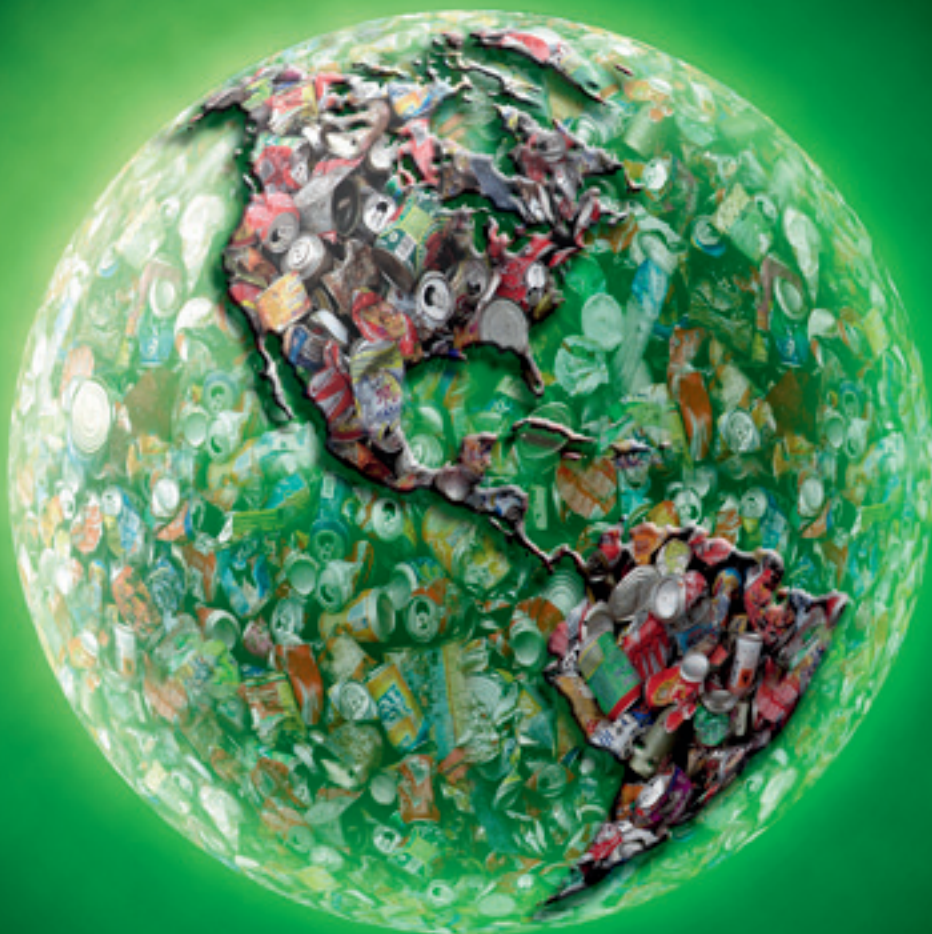
Här behövs system för att dokumentera och binda samman data från olika källor, införa gemensamma standarder, metoder för datainsamling, organisation och dokumentation. Centrala frågor är långtidsbevarandet av data inklusive säkerställande av öppen och långsiktig tillgång till data och metoder över institutionella och nationella gränser.

En fundamental del av den humanistiska forskningens infrastruktur är tillgången till digital data. Källmaterial som förvaltas av myndigheter och institutioner inom det s.k. ABMK-området (arkiv, bibliotek, museer och kulturmiljövård) är en stor men otillräckligt utnyttjad resurs inom humaniora, men även samhällsvetenskap och naturvetenskap. Då en stor del av arbetet med infrastrukturer inom ABMK-området sker utanför den traditionella universitets- och högskolesektorn har organisationer inom detta område sämre förutsättningar att få tillgång till de e-infrastruktur tjänster som används inom forsknings- och utbildningssektorn. När det gäller datanät som tillhandahålls av SUNET finns goda möjligheter att vidga användargruppen till att även inkludera arkiv, bibliotek, museer och kulturmiljöinstitutioner. Det kräver i så fall en ökning av anslaget. När det gäller forskning och forskningsinfrastruktur relaterat till data inom ABMK-området behövs en dialog mellan berörda organisationer. Vetenskapsrådet kommer att i samband med en kommande utvärdering av SUNET belysa också denna fråga, som har anknytning även till regeringens arbete med e-förvaltning och en samlad handlingsplan för digitalisering – En Digital agenda för Sverige<sup>9</sup>.

## Miljövetenskaper – planeten jorden

Vi är alla beroende av jordens naturresurser för vår överlevnad. Utvinning av naturresurser utgör också en stor del av Sveriges ekonomi och skogs-, gruv- och vattenkraftindustrin har länge varit betydelsefulla näringar som bedrivit och drivit på forskning och teknisk utveckling. De har tillsammans med akademi och myndigheter byggt upp en stor kunskapsbank om Sveriges miljö och dess naturresurser. Forskningen inom området utvecklas alltmer mot att förstå och även kunna förutsäga hela system. För att veta hur jordens resurser ska disponeras krävs det kunskap om de processer som styr hur naturtillgångar nybildas och hur människans uttag och nyttjande påverkar dessa på kort och lång sikt. För ett ansvarsfullt utnyttjande av re-

<sup>9</sup> Ku2011/242/KA



*De pågående klimatförändringarna ställer forskningen om planeten jorden i fokus. Forskningen kring planeten jorden och dess nära omgivning har ett brett spann, både disciplinärt och processmässigt, samtidigt som det finns ett gemensamt behov av observationer av omvärlden. För att bedriva högkvalitativ forskning krävs infrastrukturer för observationer som ofta samordnas över discipliner vid till exempel fältstationer och i satellitprogram.*

surserna krävs kunskap om hur de fördelas rumsligt och i tiden, men också hur resursen samspelar med sin omgivning så att oförutsedda och oönskade effekter inte uppstår.

Forskningen kring planeten jorden, d.v.s. forskning inom klimat, miljö, biologi och geovetenskaper i vid bemärkelse, är viktig inte enbart för naturresurserna utan bidrar också till grundförståelse om hur jorden har bildats, utvecklats och fortsätter att utvecklas för att förstå de livsbetingelser som finns för människan och andra levande organismer, nu och i framtiden. Områden som ekologi, klimatologi, geologi och oceanografi baserar sin forskning på observationer men har tagit steget vidare och skapat modeller för hur planeten jorden utvecklas över tiden och även för hur den kommer att utvecklas i framtiden. Under senare år har det också blivit nödvändigt att i modellerna allt mer ta hänsyn till mänsklig aktivitet.

Enligt FN:s klimatpanel IPCC kan vi förvänta oss en tid med en snabb förändring av klimatet och därmed också förutsättningarna för alla levande organismer, inklusive människan. Mycket kraft kommer antagligen att behöva ägnas åt att begränsa den mänskliga påverkan på klimatet genom minskade utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser i atmosfären. Forskningen under andra halvan av 1900-talet pekade på vad utsläppen av miljögifter, försurande ämnen och freoner innebär för miljön. Medvetenheten om utsläppens påverkan har lett fram till politiska beslut att starkt begränsa dem.

Livet på jorden är med undantag för de organismer som lever i djuphaven eller i berggrunden beroende av solen och dess inverkan på jordsystemet. Solens aktivitet varierar både cykliskt och slumpmässigt och de största variationerna som påverkar jorden är solvinden. Vid stora utbrott på solen kan solvindens laddade partiklar orsaka stora störningar i teknologisk avancerad utrustning som kommunikations- och energiöverföringssystem, samt rymdbaserad verksamhet. Solvinden samspelar med jordens magnetfält och atmosfären vilket ger upphov till bl.a. norrsken och påverkar även den kemiska sammansättningen av atmosfären. För att skydda viktig infrastruktur och i slutändan samhället är det viktigt att förstå samspellet mellan solen och jorden och hur detta system fungerar.

## Behov av nya infrastrukturer eller åtgärder

Forskningen kring planeten jorden och dess nära omgivning har ett brett spann, både disciplinärt och processmässigt, samtidigt som det finns ett gemensamt behov av observationer av omvärlden. Mätningar som görs för att förstå hur berggrunden, haven, atmosfären, ekosystemen och vår när-

miljö fungerar och utvecklas över tiden kräver ett systematiskt insamlande av information. För att göra dessa observationer krävs tillgång till nätverk av mätstationer – automatiska och/eller manuella, bemannade fältstationer för observationer och experiment, observatorier, forskningsfartyg och satelliter. Ofta behövs även tillgång till avancerade laboratorier för kontrollerade försök av ekologiska och geologiska fenomen. Ibland kan infrastrukturer för observationer samordnas över discipliner, så som ofta sker vid fältstationer och i satellitprogram. För en del mätningar krävs stora specialiserade infrastrukturer för att studera och förstå specifika fenomen; som exempel kan nämnas European Incoherent Scatter Facility (EISCAT) som studerar hur solen interagerar med jordens magnetfält och Onsalaobservatoriet som används som referenspunkt för geodesi, det vill säga för mätningar och avbildningar av jorden. Sverige är värdland för den internationella organisationen EISCAT som blir än viktigare när den planerade EISCAT-3D, världens mest avancerade forskningsradar, byggs.

Observationer från nationella system får extra stort värde om de kan kopplas samman med andra länders databaser. De infrastrukturer som i dag byggs upp i Sverige, så som ICOS för mätning av koldioxidflöden samt Lifewatch och LTER för biodiversitetsforskning, är inte bara värdefulla för svenska forskare utan är också viktiga som nationella noder i samordnade internationella nätverk. Rådet för forskningens infrastrukturer, RFI, rekommenderade i slutet av 2011 att Sverige ska delta aktivt i uppbyggnaden av ICOS och Lifewatch som internationella infrastrukturer. Samordningen ger svenska forskare tillgång till internationell mätdata och kompetens, samt bidrar till att effektivisera verksamheten eftersom flera länder kan dela på nödvändiga utvecklingskostnader och investeringar. Liknande initiativ tas nu för en ökad integration inom geologi och geofysik (EPOS), experimentell ekologi (ANAEE), marin genomik (EMBRC) samt samordning av stationsbaserad polarforskning (SIOS och Interact). Svenska forskare deltar aktivt i utvecklingen av dessa infrastrukturer. En utredning från 2011 pekar på stora möjligheter till högre kvalitet och bättre effektivitet vid nationell samordning av landbaserade (terrestra) forskningsstationer. Vetenskapsrådet avser att se över möjligheterna till ökad samordning av storskalig infrastruktur för både landbaserad och marin forskning.

Jordens utveckling, från hundratals till miljontals år tillbaka, finns dokumenterad i sjö- och havsbottnar och andra geologiska avlagringar samt i glaciärernas isar. Informationen om jordens naturliga variation blir följaktligen tillgänglig för oss framför allt genom studier av borrhärnor, men också genom studier av de sedimentära avlagringarna. Vetenskapsrådet deltar i två organisationer som tillhandahåller infrastruktur för vetenskapliga borrhärningar, IODP i marina miljöer och ICDP för borrhärningar på land och i sjöar.



Utöver infrastrukturer för fältobservationer behöver forskarna tillgång till mät- och analysinstrument. För klimatforskningen behövs t.ex. ökad kunskap om strålningsbalanser och atmosfärens sammansättning. Inom många områden behöver låga koncentrationer av olika ämnen analyseras. Analysinstrumenten är ofta desamma som används inom andra forskningsområden, till exempel sammanfaller ofta behoven av infrastruktur för biologisk forskning med den som används inom medicinsk och molekylärbiologisk forskning. Vissa vetenskapliga frågeställningar kräver särskild analysutrustning, exempelvis använder flera forskningsområden sällsynta isotoper som markörer för att studera dynamiska förlopp i jorden, luften och vattnet. Dit hör forskning som använder den gemensamma nordiska infrastrukturen Nordic Secondary Ion Mass Spectrometer (Nordsim). Den förvaltas av Sverige men används gemensamt av de nordiska länderna för att bestämma förekomst av grundämnen och isotoper som endast finns i mycket låga koncentrationer. Den infrastruktur som behövs för att forskningsmässigt studera och förstå planeten jorden sammanfaller delvis med den infrastruktur som behövs för operativ övervakning och kartering av jordens miljö och naturresurser. Exempel på operativt inriktad datainsamling som används även i forskningen är vädertjänsternas nät av meteorologiska stationer, geologisk kartläggning, och riksskogstaxeringens provytor för att bara nämna ett fåtal. En sådan dubbel användning av samhällets resurser för datainsamling bör bejakas och det är viktigt att forskningens behov vägs in när operationellt inriktad datainsamling planeras. Omvänt kan även datainsamling för forskningsändamål komma att användas för miljöövervakning och naturresurskartering.

### Behov av e-infrastruktur

Forskningen kring planeten jordens dynamik är beroende av långa tidsserier, ofta flera årtionden långa, för att man ska kunna säkerställa att de observerade förändringarna kan skiljas från en slumpvis variation. Det är viktigt att insamlade data administreras och dokumenteras så att de varaktigt blir åtkomliga för fler forskare än de som samlat in dem. För detta ändamål behövs särskilda stöd för uppbyggnad och tillgång till databaser. Exempelvis behövs väldokumenterade databaser med information om ekosystem, inklusive artförekomster och den fysiska miljön. Behovet av data och beräkning varierar kraftigt inom fältet där till exempel atmosfärsvetenskap sedan lång tid använder kraftfulla datorer för att kunna köra prognos- och klimatmodeller och för att lagra betydande datamängder. Det planerade radarsystemet EISCAT-3D kommer att behöva både kraftfullt datanätverk och ansenlig datakapacitet och SNIC är redan engagerat i förberedelsearbetet inom den pågående planeringsfasen.





*Energibehöven förväntas öka snabbt de närmaste åren. Det är en stor utmaning för forskare, industri och samhället i stort att möta dessa behov och samtidigt ställa om energisystemen mot ökad användning av förnybara energikällor. Storskaliga vindkraftsanläggningar har på senare år visat sig vara kommersiellt gångbara. Eftersom den svenska vindkraftsaggregatindustrin är liten är den forskning som bedrivs mestadels inriktad mot hur vindkraften ska integreras i det svenska energisystemet.*

## Energiforskning

Energiebehoven förväntas öka snabbt de närmaste åren. Det är en stor utmaning för forskare, industri och samhället i stort att möta dessa behov och samtidigt ställa om energisystemen mot ökad användning av förnybara energikällor. I målen för Europa 2020-strategin ingår bl.a. att reducera utsläppen av växthusgas med 20 %, en 20 % energieffektivisering samt att andelen förnybar energi inom EU ska utgöra 20 % år 2020. Energiforskning är till sin natur multi- och interdisciplinär där kunskaper från olika forskningsområden, både från grundforskning och tillämpad forskning, behövs och där behoven av forskningsinfrastruktur spänner från anläggningar för grundläggande materialanalys och beräkningsresurser till industriell utveckling och rena testanläggningar. Svensk akademi, industri och myndigheter deltar i flera internationella samarbeten, exempelvis genom International Energy Agency (IEA) och EU/Euratom. Svenska forskare medverkar bl.a. i European Institute of Innovation and Technology (EIT) för energiforskning, Nordiska ministerrådets toppforskningsinitiativ och utvecklingen av fusionsreaktorn ITER. Även nationellt har energiforskning mycket hög prioritet, inte minst i forsknings- och innovationspropositionen från 2008.

I Sverige har Energimyndigheten ett övergripande ansvar för forskningen men Vetenskapsrådet har helt eller delvis ansvar för vissa specifika områden, som fusion, kärnteknik och nationell forskningsinfrastruktur. Nedan behandlas olika teman och aspekter av energiforskning och deras behov av infrastruktur för forskning och teknisk utveckling.

### Sol, vind och vatten

Svensk små- och storskalig vattenkraft står för cirka hälften av den svenska eltillförseln<sup>10</sup>. Effektivare utnyttjande av befintlig vattenkraft kan uppnås genom teknisk utveckling inom industrin och bättre utvecklade prognosverktyg, liknande dem som används för klimatmodellering. En ny svensk metod där man använder linjärgeneratorer för att utnyttja vågkraft för energiproduktion testas nu på västkusten, och försök med långsamtgående marin strömkraft pågår i Dalälven, men fler tester behövs innan teknikernas fulla potential går att bedöma.

Storskaliga vindkraftsanläggningar har på senare år visat sig vara kommersiellt gångbara och i Sverige har en 25-procentig produktionsökning skett från år 2008 till 2009, om än från en ganska låg nivå<sup>11</sup>. Eftersom den

<sup>10</sup> Källa: Svensk energi

<sup>11</sup> Källa: Svensk energi

svenska vindkraftsaggregatindustrin är liten, är den forskning som bedrivs mestadels inriktad mot hur vindkraften ska integreras i det svenska energisystemet.

Den snabba utvecklingen av solceller under de senaste två decennierna är ett resultat av samarbete mellan grundläggande forskning, främst materialforskning, och teknisk utveckling. Renrumslaboratorier, som bland annat samordnas genom Myfab, är en viktig resurs för solcellsforskningen liksom framtida satsningar på anläggningar för materialanalys som MAX IV och ESS.

Windscanner och EU-solaris är två förslag från ESFRI:s vägvisare från 2010 som syftar till att utveckla en infrastruktur för mätning och modellering av turbulens kring vindkraftverk respektive undersöka möjligheten att använda koncentrerad solenergi från speglar för storskalig energiproduktion. I nuläget har inga svenska forskare aviserat intresse för att delta i projekten.

### Geotermisk energi och koldioxidlagring

I Europa drivs försöksanläggningar för koldioxidlagring främst i Tyskland och Norge, men nya försöks- och demonstrationsanläggningar är på väg i flera länder. Svenska forskare deltar genom EU-projektet CO<sub>2</sub>CARE samt leder EU-projektet Mustang där fältundersökningsplatser i flera länder och småskaliga injektionsexperiment ingår. I Sverige pågår förstudier för både avskiljningsanläggningar och lagring och svenska forskare och industri deltar även i europeiska forskningsprojekt inom dessa områden.

I Sverige och övriga världen ökar användningen av geotermisk energi och anläggningar för storskalig fjärrvärmeproduktion finns i Skåne. Då Sveriges övriga berggrund skiljer sig från den i Skåne krävs teknikutveckling för att utvinna termisk energi i stor skala genom att cirkulera vatten i mycket djupare borrhål. Det svenska djupborrningskonsortiet (SDDP) planerar att påbörja borrningar i Sverige inom det internationella djupborrningsprogrammet (ICDP). Syftet är såväl grundläggande forskning kring den svenska berggrunden som att utvärdera potentialen att utvinna geotermisk energi ur urberget.

### Kärnteknik

Kärnteknisk forskning är beroende av försöks- och demonstrationsanläggningar för att utveckla och testa ny teknik och för utbildning av framtida forskare inom kärnteknik. Det finns också behov av anläggningar för materialanalys, både för att förstå processer i dagens kärnenergisystem och för att utveckla framtida system.

Sverige tecknade 2010 ett samarbetsavtal med Frankrike som ger svenska universitet och högskolor tillgång till reaktorerna Astrid, ISIS och Jules Horowitz för utbildning av unga forskare och doktorander. Syftet är en

svensk kunskapsuppbyggnad inom forskning och utveckling av nästa generations kärnreaktorer.

I ESFRI:s vägvisare från 2010 förslås en europeisk satsning på en forskningsanläggning för acceleratorbaserad kärnteknik, MYRRHA. Vetenskapsrådet har efter intresseanmälan från svenska forskargrupperingar funnit att det svenska intresset är stort och att det finns en nationell samordning. Vetenskapsrådet har därför godkänt att den svenska grupperingen deltar i den gemensamma planeringen av anläggningen för svensk räkning.

## Fusion

Fusionsforskningen kräver mer eller mindre globala satsningar. Svenska forskare bedriver i dag forskning vid JET (Joint European Torus) i Storbritannien, delvis med stöd från Euratomprogrammet. De experiment som gjorts har visat att en av de stora utmaningarna för byggandet av fusionsreaktorer är att utveckla material som kan motstå extremt höga värmeflöden och samtidigt tåla intensiv neutronstrålning. För att fusion inte bara ska vara ett hållbart alternativ för framtiden utan även ett ekonomiskt attraktivt sådant måste förutom materialfrågan även en ökad fundamental förståelse till för att optimera plasmahärdens egenskaper. Fusionsforskningen är därför beroende av framsteg inom materialforskning, fundamental plasma-teori och storskalig systembaserad modellering och simulering.

Sju parter, varav EU är en, håller på att bygga ett i stort sett fullskaligt reaktorexperiment, ITER, i södra Frankrike. Denna utveckling kräver i sin tur storskaliga anläggningar för att optimera olika aspekter av reaktorkonstruktionen. I den internationella överenskommelsen kring ITER ingår även konstruktion av en acceleratoranläggning, IFMIF, för test av material för nästa generations energiproducerande fusionsreaktor. Till stöd för optimeringen av ITER och för utnyttjandet och analys av både ITER och nuvarande experiment är en omfattande beräkningsinfrastruktur under uppbyggnad med stöd av EU.

## Förbrännings-, förgasningsteknik och biomassa

Av Sveriges totala energitillförsel kommer en stor del från bränslen som olja, naturgas, kol och biobränslen<sup>12</sup>. Därför kan förbättrad förbränning med minskad miljöpåverkan ge stor effekt både för industriell tillväxt och människors hälsa. Störst potential inom bioenergi anses finnas i förädling av restprodukter från skogs- och pappersindustrin. Pilotanläggningar för förgasningsteknik finns bland annat i Piteå och Göteborg och en fullskalanläggning är under utveckling i Örnsköldsvik. Förbränning och förädling

<sup>12</sup> Energiläget 2010, Energimyndigheten

av biomassa ställer andra tekniska krav än förbränning av fossila bränslen, varför fördjupad forskning och utveckling behövs.

Sedan 1970-talet har Sverige i liten skala producerat biomassa för industriell energiproduktion, framför allt odling av energiskog och i mindre omfattning energigrödor, och det finns förutsättningar för en ökad svensk produktion. Forskning för att ta fram snabbväxande varianter av arter som i dag redan finns i Sverige bedrivs vid flera universitet inom områden som genetik, traditionell växtförädling och försöksodlingar. Den genetiska forskningen är i behov av storskaliga sekvenseringsutrustningar, som i dag bl.a. tillhandahålls genom SNISS, samt säkra växthus och odlingskammare. Dessutom behöver forskningen tillgång till försöksytor inom olika klimatzoner.

### Energilagring

Tillgång till energi över tid kan styras, dels genom att välja när vissa resurser som vattenkraft eller fossila bränslen används, dels genom aktiv lagring. Aktiv lagring av vattenkraft (så kallade pumpad vattenkraft) testas t.ex. vid anläggningar i Porjus. Lagring genom batterier blir allt viktigare, i synnerhet för mobila tillämpningar och inom fordonsindustrin där även intresset för bränsleceller ökar. Forskning av relevans för batterier och bränsleceller bedrivs vid flera svenska universitet, ofta i samarbete med industrin. Då en stor del av denna forskning har sitt ursprung i materialforskning är behoven av infrastruktur desamma, d.v.s. infrastruktur för materialanalys som exempelvis neutron- och synkrotronljuskällor. En kraftig utbyggnad av intermittenta källor som vind och sol i elsystemet kan komma att kräva utökad reglerbar vattenkraft, inklusive pumpad vattenkraft, och förbrukningsstyrning, främst av anläggningar för uppvärmning och kylning av lokaler som kan vara kopplade till aktiva åtgärder för värmelagring lokalt.

### Distribution

En kraftigt ökad eltillförsel från vindkraft, solenergi och andra förnybara energikällor kommer att ställa nya krav på flexibilitet i det svenska energisystemet. Utvecklingen går mot så kallade intelligenta nätverk (eng. smart grids) som ska kunna växla mellan olika energikällor och styra lagring av energi för att effektivt matcha behov och produktion i distributionsnätverken. Sådana system används till viss del redan i dag för styrning av elproduktion för storskaliga produktion. Utveckling av system och testanläggningar för lokala behov pågår.

### Behov av e-infrastruktur

Förutom testanläggningar finns behov av simulering och modellering av intelligenta nätverk och hur lokala system för tillförsel, lagring och användning ska integreras i storskalig eldistribution och tillförsel, både på nationell nivå



och i förlängningen i ett nordiskt eller europeiskt nätverk. Detta kommer att kräva ett kraftfullt datanätverk liksom stora beräknings-, analys och modelleringsresurser, liknande dem som tillhandhålls genom SNIC eller PRACE.

## Biologi och medicin

Forskning inom biologi och medicin syftar till ökad förståelse av hur levande organismer, inklusive människan, fungerar och samverkar med sin omgivning. Ett viktigt mål är också att kartlägga de mekanismer som kan leda till sjukdomars uppkomst. Livsprocesser är komplexa och beroende av samspel mellan många olika celltyper, vävnader och miljö. För att förstå delarna i en viss livsprocess krävs därför samverkan mellan forskare från olika discipliner t.ex. cellbiologi, organismbiologi, molekylärt orienterade ämnen som biokemi och strukturbioologi, liksom bioinformatik samt i vissa fall samhällsmedicin och klinisk forskning, d.v.s. livsvetenskap i vid bemär-



*Bioimaging är ett av de viktigaste verktygen i cellbiologi. Utvecklingen av nya mikroskopitekniker sker mot dels högre upplösning så att vi kan se finare detaljer, dels mot högre hastighet för att fånga snabba förlopp i den levande cellen. Bilden visar en avbildning av neuron från en råttas hippocampus. Bilden kommer från ett projekt vid Scilifelab där man undersöker de olika signalsystem som styr utvecklingen av hjärnan.*



kelse. Den snabba utvecklingen av ny teknologi inom den biomedicinska forskningen gör det möjligt att bearbeta alltmer komplexa frågeställningar, till exempel inom storskalig sekvensering där det nu är möjligt att klarlägga sekvensen hos hela genom, att studera geners uttryck liksom att kartlägga metaboliters och proteiners variation.

Inom strukturbioinformatik siktar man på att med hög upplösning kartlägga den tredimensionella strukturen hos olika makromolekyler. Tillgång till sådan information ger en bas för att förstå biologiska funktioner och utgör även grunden för viss läkemedelsutveckling.

Moderna bildgivande tekniker inom det biomedicinska området har gjort det möjligt att studera biologiska system hela vägen från enskilda celler i provrör, till helkroppsavbildningar av både djur och människor. Teknikerna inom detta område utvecklas snabbt och sträcker sig från avancerad ljusmikroskopi till MR- och PET-kameror inom sjukvård och forskning. Distribuerade teknikplattformar och specialistresurser inom till exempel bioinformatik och bildanalys behövs för bearbetning av mycket stora datamängder.

I takt med de snabba framstegen inom den grundläggande biologiska forskningen ökar kravet på anpassning av sjukvårdens organisation så att de nya kunskaperna lättare kan göras tillgängliga inom klinisk verksamhet. Medicinsk forskning i västvärlden satsar stort på förståelse av mekanismerna bakom de vanliga folksjukdomarna, som cancer, hjärt- och kärlsjukdom, diabetes, reumatism, benskörhet, fetma och neurologiska sjukdomar. Sverige och Norden har unika möjligheter att via de omfattande befolknings- och sjukdomsregistren integrera epidemiologisk och klinisk information med biologisk och molekylär dito från patientgrupper och friska individer som följs över tiden. Målet är att öka människors livskvalitet och samtidigt reducera samhällets kostnader för vård och hälsa. Liknande problemställningar finns för viss samhällsvetenskaplig forskning.

Ett grundläggande drag inom biologin är att uppbyggnaden av gener, proteiner och metaboliter är likartad hos vitt skilda organismer. Hur gener samverkar under olika tillstånd utgör en växande del av den moderna funktionsgenomiken och systembiologin. För att förstå mekanismerna bakom biologiska processer gäller det att identifiera nyckelkomponenter (DNA, RNA, proteiner, metaboliter) och förstå hur de uttrycks och samverkar bl.a. genom modellering inom systembiologin. Den komparativa genomiken ger nya möjligheter till förståelse av evolution och artdiversitet genom studier av strukturella och funktionella likheter och olikheter inom och mellan arter inklusive människa. I dag ligger tillämpningar nära och det bedrivs forskning av mycket stor betydelse för förebyggande åtgärder och behandling av sjukdomar likaväl som framtagande av genmodifierade växter för skogs- och jordbruk.

Inom växtforskning och växtgenomik har svenska forskare gjort stora insatser, bland annat inom träbioteknik där man kartlagt växtcellers specifika molekylära processer. Förståelsen av växters livsprocesser är också viktig för att skapa kunskap om växters förutsättningar och påverkan vid exempelvis klimatförändringar.

Försöksdjursverksamhet, inklusive den snabbt växande framställningen av genetiskt modifierade organismer, kan bidra till förståelse av hur komponenter i biologiska system samverkar. Så skulle till exempel en satsning på storskalig fenotypning av möss med olika typer av genetiska förändringar (som s.k. knockout-möss) signifikant kunna öka vår kunskap om olika gener och proteiners funktioner. Sverige har betydande kompetens och erfarenhet inom försöksdjursverksamhet och kan spela en central roll i detta kartläggningsarbete.

## Behov av nya infrastrukturer eller åtgärder

Den biologiska och biomedicinska forskningen har de senaste åren ändrat karaktär, och utvecklats till att bli alltmer storskalig. Utvecklingen av ny teknik går mycket fort och en kontinuerlig översyn av svenska forskares infrastrukturbehov inom olika forskningsfält är därför nödvändig.

Exempel på forskning med stora infrastrukturbehov är studier av biomolekyler detaljstruktur med avancerad apparatur som högupplösande NMR, elektronmikroskopi och synkrotronljusanläggningar. MAX IV i Lund kommer att ge möjligheter till världsledande forskning, inte bara inom materialvetenskap, utan även inom medicin och livsvetenskaper genom nya möjligheter för t.ex. avbildning och strukturbestämningar. Likaså förväntas den europeiska neutronkällan ESS kunna öppna helt nya framtida forskningsfält inom biologi och medicin.

När det gäller kunskapsöverföring mellan grundläggande forskning, som t.ex. kartlägger molekylära mekanismer, och klinisk tillämpning har Sverige stora möjligheter att stärka sin position och bli ett föregångsland. Det kräver att man anpassar sjukvårdens organisation med bättre samordning och underlättande av möjligheter att delta i större forskningssatsningar. En viktig del är förutsättningarna för att skapa och underhålla longitudinella studier över individers livsförlopp från frisk till eventuell sjukdom och så småningom död. Här behövs ökad samordning och insatser för att gränslandet mellan grundläggande biologi och medicin ska överbryggas. Samverkan med andra vetenskapsområden som beteendevetenskap, demografi, språkvetenskap, fysik, matematik och informatik bör också uppmuntras.

Ett förslag till nationell samordning av hälso- och sjukvårdens kvalitetsregister, delvis med forskningen som målgrupp, föreligger för regeringen men

fortfarande behövs kraftinsatser för integrering och tillgängliggörande av data från olika källor inklusive samordnade tekniska, juridiska och organisatoriska lösningar för federerade system. När det gäller att skapa effektiv infrastruktur för forskning som hanterar myndighetsdata och registerdata har biologi och medicin mycket av problematiken gemensam med samhällsvetenskap och även miljövetenskap.

Inom EU:s sjunde ramprogram har planering av stora populationsbaserade forskningsdatabaser och biobanker med krav på kvalitetssäkring, standardisering och harmonisering pågått under flera års tid genom ESFRI-projektet BBMRI (Biobanking and Biomolecular Resources Infrastructures). Vetenskapsrådet bidrar till uppbyggnad av den svenska infrastrukturen för biobanker, BBMRI.se. Det europeiska bioinformatikprojektet ELIXIR innebär komplettering av det europeiska bioinformatikinstitutet, EBI, i England samt etablerandet av specialiserade noder distribuerade över Europa. Parallellt med det europeiska arbetet inom ELIXIR byggs den svenska bioinformatikinfrastrukturen BILS upp. Sverige har deltagit aktivt i den förberedande fasen för såväl ELIXIR som BBMRI och i slutet av 2011 rekommenderade rådet för forskningens infrastruktur att Sverige även ska delta i implementering och drift av dessa europeiska infrastrukturer. Formen för svenskt deltagande förväntas klarna under 2012.

För att effektivt kunna hantera generering, karakterisering och lagring av genetiskt modifierade musmodeller utreder Vetenskapsrådet under 2011-2012 hur samordning och uppbyggnad av en infrastruktur för musfenotypning inom Sverige bäst ska organiseras. En sådan samordnad struktur har möjlighet att stärka svensk forskning och på sikt fungera som en nod till ESFRI-projektet INFRAFRONTIER.

Vetenskapsrådet finansierar en nationell infrastruktur för genomsekvensering, SNISS. Storskaliga teknikplattformar behövs även för andra typer av ”-omikdata” som transkriptomik, metabolomik och proteomik samt för struktur- och systembiologi. Dessa resurser bör samordnas med andra närliggande satsningar som ”The human protein Atlas” som kartlägger människans proteiner och utvecklingen av andra teknikplattformar med nationell relevans inom bl.a. Science for Life Laboratory, Scilifelab, i Stockholm-Uppsalaregionen. Kontinuerlig uppföljning är central inom detta område då utvecklingen går oerhört snabbt.

Bioavbildning utgör en allt viktigare del i studier av förlopp i levande celler. Utvecklingen går bland annat mot automatiserad mikroskopisk screening av biologiska förlopp med lagring i stora genetiska eller farmaceutiska bibliotek och nya högupplösta optiska och elektromikroskopiska system med möjligheter att studera cellulära strukturer.

Den nationella infrastrukturen för biomedicinsk avbildning, Swedish Bioimaging, står för nationell samordning och tillhandahåller användarstöd för olika instrument för att avbilda strukturer och organsystem på levande individer. I nätverket ingår bland annat utrustning baserad på olika typer av högupplösande teknologier som MR och STED-mikroskopi och kommer i framtiden att behöva kompletteras med andra avbildningstekniker som exempelvis PET, magnetencephalografi (MEG) och olika högupplösande tekniker för studier av celler och vävnader. Genom Swedish Bioimaging deltar Sverige även i den europeiska avbildningsinfrastrukturen, Eurobioimaging.

### Behov av e-infrastruktur

Vid uppbyggnad av infrastruktur inom biologi och medicin får området för informationsvetenskap en alltmer central roll, med implikationer för dataintegration, standardisering, dokumentation, autentisering och auktorisering, etik och lagstiftning, beräkning, modellering, bildanalys och visualisering. Behoven av en väl fungerande e-infrastruktur som tillåter effektiv datalagring och behandling kommer därför att växa kraftigt under kommande år.

De stora datamängder som genereras inom bl.a. genomsekvensering och biologisk avbildning skapar snabbt växande behov av snabba datanätverk, datalagring, analys och informatik. Resurserna behöver förstärkas för att Sverige inte ska hamna på efterkälken.

## Fysik- och teknikvetenskaper

Gemensamma forskningsinfrastrukturer utvecklades först inom fysikområdet för att bland annat söka svar på frågor om universums ursprung och materiens beskaffenhet. I takt med att de anläggningar som krävs blivit allt större har de blivit för omfattande och dyra att utveckla för ett enskilt universitet eller ens ett land varför forskare samarbetar nationellt, internationellt eller globalt för att bygga upp och driva de faciliteter som behövs för nya framsteg. Fortfarande är det främst inom astronomi, subatomär forskning och kärnteknik som stora specialiserade infrastrukturer förekommer.

Inom astronomin och astrofysiken finns ett flertal frågeställningar som är helt beroende av forskningsinfrastruktur. Traditionellt har astronomin växt fram genom studier i det optiska och radiovåglängdsområdet. Under de senaste decennierna har observationer inom infraröd-, röntgen- och gammavåglängdsområdet alltmer kommit att inta en central plats för att öka vår förståelse av de fysikaliska processer som sker t.ex. när stjärnor växelverkar, supernovor exploderar och galaxer krockar. Inom alla områden kompletteras



*Antennagalaxerna sedda med ALMA, respektive Hubble-teleskopen. Medan det synliga ljuset visar oss galaxernas stjärnor, visar ALMA något som inte kan ses i synligt ljus: de moln av tätpackad kall gas ur vilka nya stjärnor bildas. Det här är den bästa submillimeterbilden av Antennagalaxerna som någonsin har gjorts.*

FOTO: ALMA (ESO/AO/IRAO) - VISIBLE LIGHT IMAGE: THE NASA/ESA HUBBLE SPACE TELESCOPE.

markbundna och rymdobservationer varandra, men den rymdbaserade infrastrukturen behandlas inte närmare här utan hanteras av Rymdstyrelsen. Inom astropartikelfysiken studerar man speciellt partikelflöden från astrofysikaliska källor och dessa partiklars grundläggande egenskaper. Inom båda områdena studeras olika aspekter av de okända energislagen mörk materia och mörk energi som enligt de nya rönen utgör 96 procent av universums energiinnehåll.

I högenergiexperiment kolliderar man högenergetiska partiklar för att studera den innersta strukturen hos materia och de krafter som verkar där. Standardmodellen inom partikelfysik ger svar på många frågor rörande strukturen och stabiliteten hos materia med dess sex kvarkar, sex leptoner och fyra krafter. Standardmodellen lämnar emellertid många frågor obesvarade som: Varför finns det bara tre typer av kvarkar och leptoner? Hur får partiklar sina massor? Finns det fler partiklar och krafter? Är kvarkarna och leptonerna verkligen fundamentala eller har de också en substruktur? Vilka partiklar kan ge upphov till mörk materia i universum?

Vidare vill man studera starkt växelverkande materia under extrema förhållanden som hög temperatur och energitäthet. I kollisioner mellan tunga atomkärnor vid mycket höga energier förväntas en övergång från materia uppbyggd av partiklar med stark växelverkan (hadroner) till ett nytt materietillstånd inträffa, det så kallade kvark-gluonplasmata. Detta tillstånd var rådande under de första mikrosekunderna efter Big Bang. De partikelkollisioner som sker i laboratorier är "små smällar" som kan upprepas för att experimentellt studera tillståndet i det tidiga universum.

Kärnfysiken omfattar studier av struktur, dynamik och allmänna egenskaper hos system som binds samman av den starka kraften, alltifrån hadroner till atomkärnor. Dessa system motsvarar 99,9 procent av den synliga materian. Studierna har lett till upptäckter och tekniker som har kommit till stor nytta i samhället för till exempel medicinska behandlingar och diagnostik, kärnenergi, radiometri och datering med kol-14 metoden. Förståelsen av den starka växelverkan är dock långt ifrån komplett och därför sker en kontinuerlig utveckling av tekniken för kärnfysikalisk grundforskning.

Utvecklingen inom kärnstrukturfysiken går mot att utnyttja strålar av sällsynta radioaktiva isotoper. Det ger möjlighet att studera atomkärnor med extrema förhållanden mellan antalet neutroner och protoner. Studier av sådana exotiska atomkärnor har en direkt koppling till hur grundämnen bildas, då de relevanta processerna i till exempel stjärnor och supernovor i betydande grad involverar dessa.



## Behov av nya infrastrukturer eller åtgärder

De framsteg som gjorts under de senaste årtiondena inom astronomi, astrofysik och astropartikelfysik är till största delen ett resultat av nya instrument och teleskop som inneburit att allt ljussvagare objekt kan undersökas med större detaljrikedom. För att komma närmare svaret på fundamentala frågor, som exempelvis frågan om livsförutsättningar i avlägsna solsystem, den mörka energins och den mörka materiens egenskaper, krävs optiska teleskop med större ljusinsamlande yta och högre upplösning än dagens. Även radioteleskop med betydligt högre känslighet kommer att vara viktiga för denna forskning. Svenska astronomer har gett det planerade europeiska jätteteleskopet E-ELT högsta prioritet bland de kommande infrastrukturprojekten inom astronomin och rådet för forskningens infrastrukturer tog i slutet av 2010 ett inriktningsbeslut om svenskt deltagande. E-ELT är ett optiskt teleskop med en spegel på omkring 40 meter i diameter och blir världens största optiska teleskop. Observationer med E-ELT kommer att bidra till att besvara frågeställningar om planeter i planetsystem bortom vårt solsystem, följa uppkomsten av storskalig struktur i universum från den tid när de första stjärnorna blossade upp till våra dagar och testa fysikens gränser i universums historia genom att studera förhållandena i de starkaste gravitationsfälten och möjliga variationer hos naturkonstanterna. E-ELT kommer att innebära ett kvantsprång för den optiska-infraröda astronomin. Projektet drivs inom den europeiska astronomiorganisationen ESO, och ett beslut om konstruktion förväntas under 2012.

Andra nya astronomiprojekt som har hög prioritet men ligger längre fram i tiden är radiointerferometern Square Kilometer Array (SKA), gammastrålningsteleskopet Cherenkov Telescope Array (CTA) och European Solar Telescope (EST). Deltagande i internationella astronomiprojekt innebär möjligheter för svenska forskare att medverka i instrument- och teknikutveckling, något som har potential att utvecklas, särskilt med samordnande initiativ från myndigheter och näringsliv. Astronomi i sig har stor attraktionskraft på den yngre generationen och är därför ett sätt att stimulera intresset för natur- och teknikvetenskap.

För partikelfysiken är nya accelerators där partiklar av olika massa kan fås att kollidera vid mycket högre energier än i dag nödvändiga för att ge svar på fundamentala frågor om universums uppkomst och hur fysikens krafter samverkar. Exempel på en sådan fråga är om Higgs-bosonen existerar. LHC-acceleratorn vid CERN började sitt fysikprogram under 2010. I acceleratorn kolliderar protoner och tunga atomkärnor vid energier som tidigare inte har varit tillgängliga någonstans i världen. Med den höga kollisionensenergin och stora mängden kollisioner har ett nytt fönster till partikelvärlden öppnats, och vissa delar av partikelfysikens s.k. standardmodell har redan kartlagts

noggrant vid högre energier än någonsin tidigare. Även om LHC ännu inte kommit upp i sin fulla kapacitet planeras en omfattande uppgradering, ”super-LHC”, för att öka antalet partikelkollisioner och därmed få bättre analysunderlag. Medan acceleratoren bekostas inom CERN:s budget ligger uppgraderingen av detektorerna på de internationella konsortierna där Sverige deltar i två för experimenten, ATLAS och ALICE. LHC-programmet kommer att fortsätta in på 2020-talet, med signifikanta uppgraderingar i strålintensiteten planerade under 2017 och under 2021-2022. Uppgraderingen är nödvändig både för att fullt utnyttja LHC och för att byta ut de delar som skadas av strålningen. Parallellt med super-LHC planeras för nästa generations linjäracceleratorer, ILC och/eller CLIC, som kan vara ett komplement till LHC genom att de möjliggör ännu noggrannare precisionsmätningar.

Kärn- och hadronfysik är inne i ett skede där stora satsningar sker i Europa och i övriga världen, med planer för acceleratoranläggningar med kapacitet som vida överstiger de existerande. FAIR-anläggningen (Facility for Antiproton and Ion Research) som är under uppbyggnad i Tyskland kommer att producera strålar av radioaktiva isotoper och antiprotoner för att försöka förstå materiens inre struktur samt det tillstånd som existerade precis efter Big Bang innan varken atomer eller protoner och neutroner hunnit bildas. Medan huvuddelen av projektet är finansierat återstår ett par moduler som är viktiga för att fullt ut utnyttja FAIR. Tidsskalan för den senare delen ligger ungefär från 2016 och framåt.

### Behov av e-infrastruktur

Gemensamt för de beskrivna infrastrukturerna inom fysik- och teknikvetenskaper är att de alla producerar enorma datamängder som måste analyseras. Fysiker har därför varit drivande i utvecklingen av t.ex. gridteknologi där behandling och lagring av data sker distribuerat över ett världsomspännande nätverk av datorcentrum. Sverige har aktivt deltagit i denna utveckling, både på europeisk, nordisk och nationell nivå. Nyinvesteringar i forskningsinfrastruktur inom astronomi och subatomär fysik kommer fortsatt kräva omfattande utveckling av snabba datanätverk, hårdvara, datalagring och gridteknologi.

Det finns inte en enskild datorarkitektur som är optimal för alla forskningsanläggningar. I stället bör svenska forskare fortsatt erbjudas tillgång till ett brett spektrum av datorresurser som snabba nätverk, traditionella superdatorer, massivt parallella beräkningar och gridresurser samt kanske också distribuerade system som utnyttjar överksamma arbetsstationer<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> <http://boinc.berkeley.edu/>

## Materialvetenskap

Det mesta av vår vardag styrs av egenskaper hos fasta material. Funktioner hos ett material är till exempel dess hårdhet, formbarhet, ledningsförmåga, magnetism, transparens eller korrosionsbeständighet. Egenskaperna bestämmer kvaliteten i allt ifrån de konstruktionsmaterial som ingår i hus, broar, bilar och flygplan till de funktionella material som utgör basen för mikroelektronik, läkemedel, batterier och bränsleceller. Dessutom är livet självt med dess celler och molekyler en avancerad form av material. Materialvetenskap kan därför ses som ett samlingsnamn för flera olika forskningsområden inom fysiken, kemin, geologin och biologin där forskare ofta arbetar tillsammans över de disciplinära gränserna.

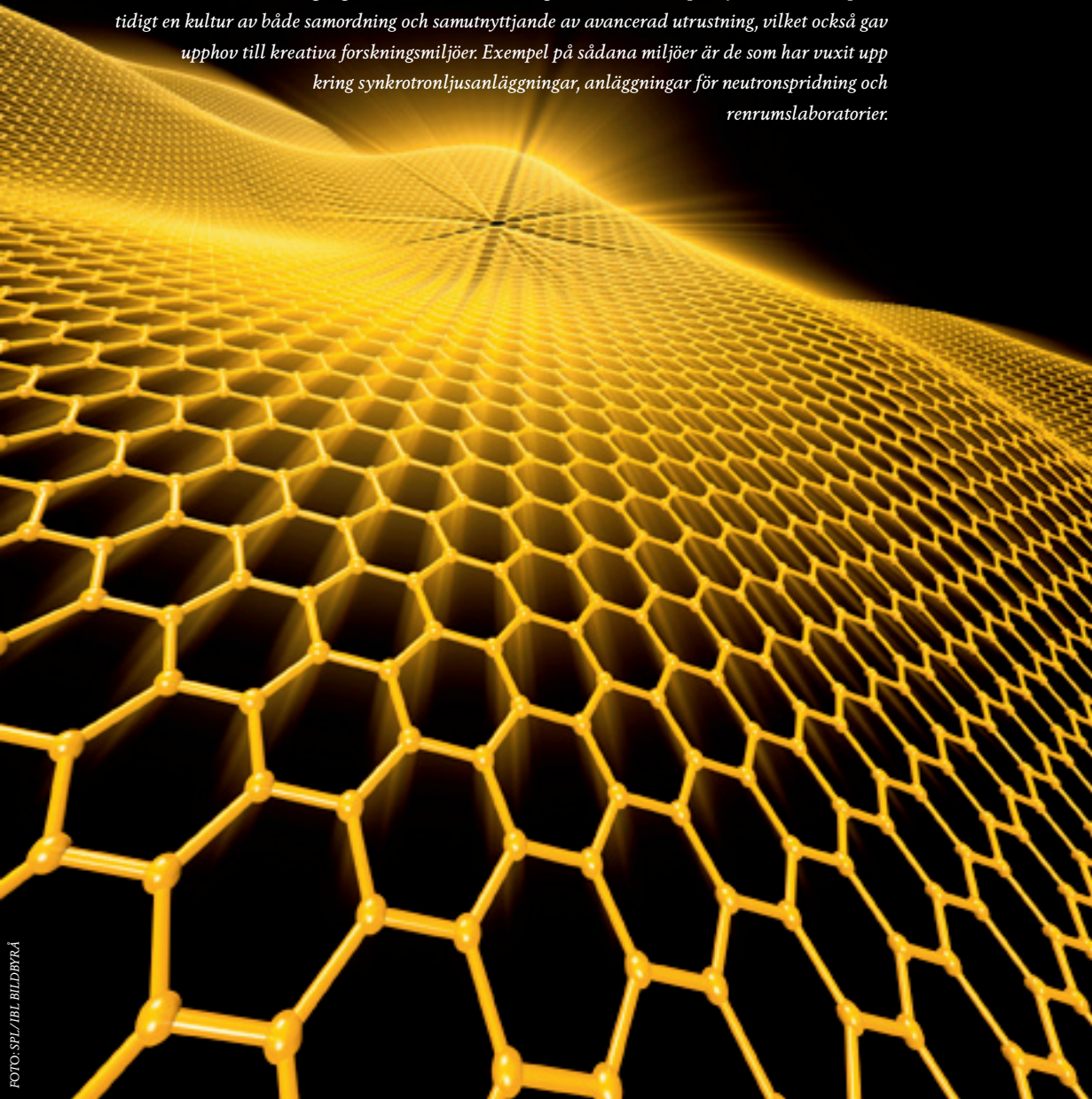
Modern materialforskning avser att öka förståelsen av material på atomär nivå samt att utveckla material med nya egenskaper. En betydande del av utvecklingen sker inom området för nanomaterial med strukturer som endast är några tiotals miljondelar av en millimeter stora. I så små strukturer ändras ofta egenskaperna radikalt på grund av kvantmekaniska effekter, ytans form och förhållandet yta/bulk vilket ger upphov till nya fenomen och egenskaper. I utvecklingen mot högupplösta artificiella strukturer blir en mångvetenskapligt inriktad forskning i gränsytan mellan livsvetenskaper och material naturligt. Den kan inkludera t.ex. skilda miniaturiserade system för studier av förlopp och strukturer i och mellan celler. I förlängningen kan metoder för både diagnostik och terapi komma att utvecklas.

Förutom utvecklingen inom nanomaterial sker en utveckling mot multifunktionella material som kombinerar flera egenskaper. Det kan gälla t.ex. att kombinera magnetiska, katalytiska och elektriska egenskaper. Sådana typer av material används bland annat i sensorer och i så kallade intelligenta material.

Materialforskningen är till stor del en experimentell vetenskap och får allt tydligare karaktären av tvärvetenskap. Dock har utvecklingen av moderna datorer, nya teoretiska metoder och beräkningsalgoritmer gjort att materialegenskaper numera med mycket god precision kan förutsägas med hjälp av avancerade beräkningar och/eller simuleringar. Den teoretiska materialforskningen bidrar till en snabbare utveckling, minskar behovet av experiment samt kan förutse och förklara skilda egenskaper. Teoretisk materialvetenskap och materialsimuleringar är ett svenskt styrkeområde.

Sverige har av tradition en stark ställning inom materialforskningen och en mycket stor del av landets exportintäkter är baserade på material och materialbaserade produkter. Till svenska styrkeområden hör stål- och metallforskning, halvledarforskning på kiselkarbid och optiska halvledare, forskning på fiber- och polymermaterial, forskning på biomaterial och bio-

*Andre Geim och Konstantin Novoselov tilldelades 2010 Nobelpriset i fysik för upptäckten av materialet grafen, ett ämne som till stora delar har samma egenskaper som grafit men som består av en skiva som endast är en atom tjock. Atomerna är ordnade i ett hexagonalt mönster vilket ger materialet unika egenskaper. Materialforskning är ett mångfacetterat och infrastrukturellt krävande område som kräver tillgång till avancerad utrustning. De stora kraven på infrastruktur skapade tidigt en kultur av både samordning och samutnyttjande av avancerad utrustning, vilket också gav upphov till kreativa forskningsmiljöer. Exempel på sådana miljöer är de som har vuxit upp kring synkrotronljusanläggningar, anläggningar för neutronspridning och renrumslaboratorier.*



kompatibla material, tunnfilmssyntes samt materialkaraktärisering som ytanalys och mikroskopi.

De stora kraven på infrastruktur och instrumentering runt materialforskningen skapade tidigt en kultur av både samordning och samutnyttjande av avancerad utrustning, vilket också gav upphov till kreativa forskningsmiljöer. Exempel på sådana miljöer är de som har vuxit upp kring synkrotronljusanläggningar, anläggningar för neutronspredning och renrumslaboratorier.

Vetenskapsrådet har tillsatt en arbetsgrupp med uppgift att analysera konsekvenser av de nya satsningarna inom området neutron-, synkrotron- och frielektronlaserinfrastruktur och tillhörande forskning.

## Behov av nya infrastrukturer eller åtgärder

Materialområdet är ett mångfacetterat och infrastrukturellt krävande område som kräver tillgång till avancerad utrustning över hela området från materialens framställning till analys och mätningar av deras egenskaper. Dessutom behövs tillgång till avancerade simulerings- och beräkningsverktyg samt databaser. Här krävs en kombination av infrastrukturer, både större anläggningar, nätverk av lokala strukturer och fristående verktyg som kan vara av karaktären arbetshästar. En översyn av områdets långsiktiga behov bör ske med beaktande av utvecklingstrender, balans mellan de olika delkomponenterna samt Vetenskapsrådets och högskolornas roller.

Moderna renrumslaboratorier används för att framställa, strukturera och analysera de mest skilda material för olika tillämpningar som t.ex. elektronik, sensorik, optik, solceller, bioteknik och medicinsk teknik. I Sverige finns ett nätverk av renrumslaboratorier för mikro- och nanostrukturering, Myfab, som koordinerar resurser och ger forskare tillgång till nanostrukturering och analys. Med den snabba utvecklingen inom materialområdet finns kontinuerliga behov att förnya utrustningsparken (t.ex. högupplösande mikroskopi och jonimplantation) och en vidareutveckling av Myfab är väsentlig för resurseffektiv utveckling av nano/materialområdet.

Bland de analysmetoder som snabbt har ökat i användning är mätningar baserade på röntgen- och neutronstrålning vid synkrotronljus- och neutronanläggningar. Vetenskapsrådet slöt 2010, tillsammans med Vinnova, Lunds universitet och Region Skåne, en överenskommelse om att finansiera konstruktionen av nästa generations synkrotronljuskälla, MAX IV. Den kommer att få prestanda vida överlägsen andra synkrotronljusanläggningar, men för att dess fulla potential ska kunna utnyttjas krävs utveckling av experimentstationer i form av totalt omkring 20 strålrör, uppskattningsvis omkring 2 per år under de kommande 5-6 åren. Beskrivning av dessa kommer



i MAX IV:s strategiska plan under 2012, vilka som slutligen byggs kommer att avgöras genom utlysning och granskning i konkurrens. Förutom svenska finansörer som forskningsråd, stiftelser och universitet väntas intressenter från Norden, övriga Europa och industrin bidra till uppbyggnaden. Sverige deltar även i uppbyggnad av ett strålrör vid den nya tyska synkrotronen Petra III i Hamburg.

Helt nya möjligheter att följa ultrasnabba förlopp ges av frielektronlasrar. De kan användas för att följa kemiska reaktioner eller laddningsomfördelningar men även för att avbilda enskilda molekylstrukturer som till exempel membranproteiner som inte går att kristallisera. Svenska forskare deltar sedan 2009 i utvecklingen av XFEL-anläggningen i Tyskland och är även bland de mest aktiva i att utnyttja befintliga frielektronlasrar som FLASH i Hamburg och LCLS i Stanford. I ESFRI:s vägvisare beskrivs det distribuerade nätverket för infraröd-mjukröntgenfrielektronlaser, EuroFEL, där MAX-lab är svensk part i planeringsarbetet.

För materialanalys är utvecklingen av nya spallationskällor för neutronstrålning en stor framgång. Informationen från neutronspridningsexperiment är komplementär till den från synkrotronljusanläggningar, och har sin styrka speciellt i studier av väteinnehållande system som polymerer, biomolekyler, bränslecellsmaterial samt för studier av molekylär dynamik och magnetism. I dag använder svenska forskare neutronkällorna ILL i Grenoble och ISIS utanför Oxford. Förberedelserna pågår för en kraftfullare sameuropeisk neutronkälla, den Europeiska spallationskällan (ESS) som planeras byggas i Lund. Beslut om byggstart förväntas 2013 och anläggningen kan då ge den första neutronstrålningen 2019. Det är angeläget att svenska forskare deltar i utvecklingen av instrument för ESS, bland annat genom att utnyttja de möjligheter som avtalet om forskningssamarbete med Frankrike ger till kompetensutveckling inom neutronspridningsteknik. För att på bästa sätt utnyttja den potential som de nya anläggningarna för röntgen- och neutronstrålningsbaserade experiment, framför allt i Lund och Hamburg, ger svensk forskning bör en långsiktig plan för bl.a. kompetensförsörjning, utveckling av nya tekniker och experimentstationer, samt utveckling av provomgivningar, detektorer, röntgen- och neutronoptik tas fram i samråd mellan användargrupper från akademi och industri, anläggningarna och finansörer. Tillgänglighet, inklusive utbildning och information om möjligheter för nya användargrupper, är av avgörande betydelse för optimalt nyttjande. För att anläggningarna skall kunna användas av nya användargrupper krävs också att stödet till de nya användarna utvecklas. Detta behöver göras i nära arbete med lärosätena.

De stora forskningsanläggningarna har varit en viktig komponent i utvecklingen av den svenska materialforskningen till ett styrkeområde. Förut-



om tillgång till analysmetoder vid de stora forskningsanläggningarna krävs också lokal utrustning och metoder som ger kompletterande information på atomär och molekylär nivå, något som universitet med forskning inom området bör tillhandahålla. Exempel på sådana är elektron- och sveptunnelmikroskop, elektron-, neutron- och synkrotronljusbaserad diffraktion och spektroskopi samt kortpuls-lasrar.

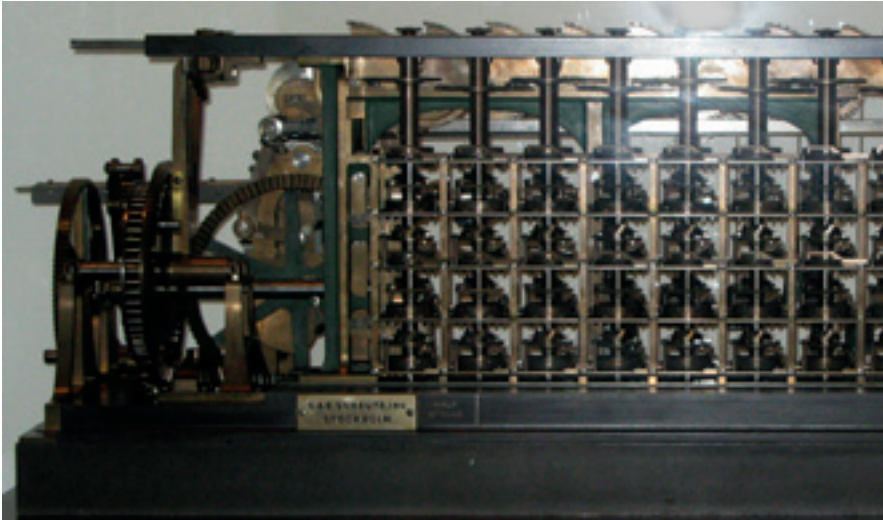
### Behov av e-infrastruktur

Omfattande simuleringar och beräkningar har blivit allt vanligare inom materialforskningen för att förutsäga och förstå egenskaper hos nya material, testa teorier för komplexa materials egenskaper och för att tolka experimentella resultat. Tillgång till högpresterande datanätverk och högpresterande datorer via SUNET och SNIC är därför nödvändig för materialvetenskapen. För att öka tillgängligheten för fler forskargrupper är området i behov av fler applikationsexperter.

Från experimentella studier vid de stora anläggningarna som MAX IV, ESS och de nya frielektronlaseranläggningarna kommer mycket stora datamängder att genereras. Med detta följer behov av att kunna transportera och lagra stora datamängder över längre tid och att göra forskningsdata tillgängliga genom väl fungerande nätverk. Ett ökat behov av fjärrstyrning av experimentstationer och olika universitetsbaserade utrustningar ställer förändrade krav på såväl tjänster som kvaliteten på tjänsterna i nätverken. För ESS etableras ett särskilt beräkningscentrum i Köpenhamn.

## e-vetenskap

De senaste decenniernas teknikutveckling har möjliggjort ett nytt sätt att forska där man med hjälp av snabba nätverk, kraftfulla datorer och behandling av stora mängder data både kan belysa nya slags frågeställningar och ha geografiskt distribuerade samarbeten. Detta nya sätt att arbeta kallas för e-vetenskap och spänner över samtliga ämnesområden. De datanät, beräkningsresurser och vetenskapliga databaser som är en förutsättning för e-vetenskap, men även för mer traditionell forskning utgör en speciell grupp infrastruktur. Tillsammans kallas dessa ofta för elektronisk infrastruktur eller e-infrastruktur. e-infrastrukturen används inom i princip alla vetenskapsområden och är en grundförutsättning för att andra forskningsinfrastrukturer ska kunna användas på ett effektivt sätt. Ofta beskrivs e-infrastrukturer som *horisontella*, eller generella, som används av och är nödvändiga för andra *vertikala*, eller ämnesmässiga forskningsinfrastrukturer.



*Världens första fungerande differensmaskin är en mekanisk föregångare till dagens datorer. Maskinen konstruerades 1843 i Sverige av Per Georg Scheutz och användes till att framställa matematiska tabeller. De senaste decenniernas teknikutveckling har möjliggjort ett nytt sätt att forska där man med hjälp av snabba nätverk, kraftfulla datorer och behandling av stora mängder data både kan belysa nya slags frågeställningar och ha geografiskt distribuerade samarbeten. De datanät, beräkningsresurser och vetenskapliga databaser som är en förutsättning för e-vetenskap, men även för mer traditionell forskning, utgör en speciell grupp infrastruktur som tillsammans ofta kallas för elektronisk infrastruktur eller e-infrastruktur.*

De nödvändiga byggstenarna i ett nationellt e-infrastrukturlandskap är:

- Datanät med tillräcklig kapacitet och tillgänglighet inkluderande mekanismer för autentisering, auktorisering och accesskontroll o.s.v. baserat på ett system för federerad identitetshandling
- Beräknings-, analys och modelleringsresurser samt resurser för datalagring i tillräcklig omfattning och diversitet kopplade till adekvat användarstöd
- Mekanismer för uppbyggnad och tillhandahållande av vetenskapliga databaser
- Samordnad utveckling och träning för att på effektivt sätt dra nytta av e-infrastruktur inom olika applikationsområden

Sverige har sedan länge ett väl fungerande forskningsnätverk, SUNET (Swedish University NETwork), som ger svenska forskare tillgång till internationella datornätverk och deltar i internationella utvecklingsprojekt. Sedan 2002 finns metacentret SNIC (Swedish National Infrastructure for Computing) som samordnar anskaffning och användning av storskaliga

beräknings- och datalagringsresurser för svenska forskare. Inom SNIC har resurser för högpresterande beräkningar byggts upp kopplade till nationella infrastrukturer för distribuerade beräkningar och datalagring, Swegrid och Swestore. SND (Svensk Nationell Datatjänst) är en nationell resurs för samordning av existerande och nya forskningsdatabaser inom samhällsvetenskap, humaniora och medicin, motsvarigheten för klimat- och miljödata, ECDS, drivs av SMHI. 2006 skapade Vetenskapsrådet expertgruppen DISC (Database InfraStructure Committee), med uppdrag att vara rådgivande till Vetenskapsrådet i strategiska databasfrågor.

E-infrastrukturen är inte knuten till enskilda projekt eller enskilda institutioner utan existerar sammanhållet på en nationell, internationell och global nivå. E-infrastrukturen är i dag en oumbärlig del av ett väl fungerande forskningssystem, jämförbar med samhällets elförsörjning och elnät. T.ex. är olika kombinationer av e-infrastruktur väsentliga inom varje vetenskapsområde och är en förutsättning för samtliga infrastrukturer som beskrivs i guiden. Behov av väl fungerande datanät, omfattande beräkningsresurser och i många fall välstrukturerade vetenskapliga databaser finns för forskning som använder sig av accelerators, teleskop, fusionsexperiment, laboratorier, sensorer, spektrometrar, digitaliserade arkivdata, lasrar och utrustning inom medicin och bioteknik.

Inom ramen för regeringens satsning på strategiska forskningsområden har två svenska e-vetenskapliga forskningsmiljöer bildats. De består av nätverk av olika forskargrupper med kompetenser inom dels e-vetenskapens generiska kärnområden, dels e-vetenskapens tillämpningsområden och utgör en ny typ av brygga mellan generisk e-infrastruktur och ett flertal forskningsområden. Materialforskning, klimatforskning och livsvetenskaperna (bioinformatik, komplexa sjukdomar, evolution m.m.) är exempel på centrala forskningsområden inom dessa miljöer.

Samordning av e-infrastruktur vid planering av andra typer av infrastrukturer ger uppenbara synergieffekter. Nätverken används både för masslagring och för att komma åt databaser, och beräkningsresurser och som en integrerad del av distribuerade infrastrukturer som federerade databaser och beräkningssystem. Databaser kan dra nytta av masslagringssystem och nyttjas i samband med beräkningar på högpresterande datorer. Andra beröringspunkter mellan dessa typer av infrastrukturer finns inom teknikutveckling.

## Behov av nya infrastrukturer eller åtgärder

Behoven av ett balanserat e-infrastrukturlandskap för befintlig forskning och relaterat till de nya nationella infrastrukturer som är under uppbyggnad, växer kraftigt. Samtidigt blir fler grupperingar inom t.ex. livsveten-

skaperna beroende av e-infrastrukturverktyg och ett antal nya, storskaliga nationella och internationella forsknings- och forskningsinfrastruktursatsningar behöver nya typer av e-infrastrukturmiljöer.

I detta sammanhang pekar t.ex. e-IRGs Blue Paper<sup>14</sup> och Vetenskapsrådets utvärdering av SNIC 2010 på behovet av att fokus flyttas från specifika hårdvaruresurser till avancerat användarstöd och utveckling av fullständiga e-infrastrukturplattformar, anpassade för olika grupperings behov. E-infrastrukturerna bör utvecklas i samarbete med e-applikationsexperter, forskare och infrastrukturansvariga inom olika forskningsområden.

För att inom nätverksområdet kunna hantera explosionen av data behövs hybridnätverk med hög kvalitet och hög bandbredd mellan specifika punkter vid sidan av de servicefunktioner som finns på standardnätet. Nya lösningar för både mycket storskaliga beräkningar, distribuerade beräkningar, datahantering och lagring behöver utvecklas. I denna process behöver man analysera kostnadseffektiviteten och användarbehoven för olika typer av lösningar, inkluderande konventionella datacenter, grid och molnlösningar eller kombinationer av dessa. Distribuerad e-infrastruktur kräver utveckling av metodik för autentisering för att fastställa en användares identitet, auktorisering för att fastställa vilka rättigheter användaren har till infrastrukturens olika komponenter samt bokföring av resurser och kostnader när infrastrukturen spänner över flera administrativa domäner och nationella gränser. Nya angreppssätt på applikationssidan leder också till krav på nya principer för autentisering och allokering av resurser.

För svensk del är det viktigt att delta i utvecklingen av e-infrastruktur på nordisk, europeisk och global nivå och att integrera nationella lösningar med dessa. För storskaliga infrastrukturer inom olika forskningsområden behöver gemensamma e-infrastrukturbehov identifieras och lösningar för dessa utarbetas så att interoperabilitet så långt som möjligt garanteras. För storskaliga forsknings- och infrastrukturinitiativ behöver också finansieringsvägarna för e-infrastrukturen klargöras och den övergripande kostnadseffektiviteten måste beaktas så att inte flera parallella e-infrastrukturer byggs upp.

Sverige deltar via SNIC i internationella samarbeten inom e-infrastrukturområdet som beräkningsinfrastrukturen PRACE, lagringsprojektet EUDAT och gridorganisationerna EGI och NDGF för distribuerade beräkningar och datalagring. På nordisk nivå har en aktionsplan för gemensamma satsningar utarbetats inom Nordforsks eNORIA-grupp. Den sju sattes i slutet av 2011 inom ramen för Nordiska Ministerrådets globaliseringsinitiativ för e-vetenskap. Dessa samarbeten kräver resurser och utvecklingsarbete och de förväntas tillföra den svenska e-infrastrukturen viktig kompetens

<sup>14</sup> [http://www.e-irg.eu/images/stories/eirg\\_bluepaper2010\\_final.pdf](http://www.e-irg.eu/images/stories/eirg_bluepaper2010_final.pdf)

och samordningsvinster samt ge svenska forskare möjligheter att utnyttja de internationella resurserna.

För effektiv användning och utveckling av nationell och internationell e-infrastruktur behövs en detaljerad kartläggning av användar- och utvecklingsbehov både på kortare och längre sikt i form av en rullande femårsplan. En samordningsgrupp mellan SNIC och SUNET behövs för teknikutveckling och ytterligare samarbetsorgan för utveckling av e-infrastruktur inom ett flertal forskningsområden.

Behov av avancerat användarstöd, speciellt för att kunna tillgodose behov från större forskningssatsningar och användargrupper, ställer nya krav på befintliga e-infrastrukturer. Ytterligare satsningar på e-infrastruktur behövs både för att täcka behoven inom miljöer som har erfarenhet av storskalig kommunikation, beräkning och lagring (fysik, astronomi, kemi m.m.) och inom områden där e-infrastrukturbehoven har vuxit fram senare (biologi, medicin, miljö, klimat, samhällsvetenskap, humaniora m.m.):

- Tillgången till datalagringsresurser och servicefunktioner till dessa behöver stärkas. Grupperingar inom ett spann av områden från fysik och livsvetenskaper till t.ex. språkvetenskap, efterfrågar i dag nya servicefunktioner och lagringsresurser inom Swestore.
- I ett något längre tidsperspektiv bör en fortsatt svensk satsning på mycket storskaliga beräkningsresurser knutna till PRACE göras. En ersättning av det nuvarande systemet behöver byggas upp under 2014, antingen i Sverige eller som ett nordiskt samarbete.

# BESKRIVNINGAR AV NYA ELLER UPPGRADERADE INFRASTRUKTURER FÖR FRAMTIDA SATSNINGAR

## Samhällsvetenskap och humaniora

CESSDA – Council of European Social Science Data Archives

CESSDA är en europeisk infrastruktur för samhällsvetenskapliga data. Den nationella datatjänsten SND medverkar i som svensk part. En ansökan om att bilda en CESSDA-ERIC (European Research Infrastructure Consortium) planeras att lämnas in under 2012. Genom CESSDA får forskare tillgång till data från ett tjugotal länder i Europa och genom organisationens medverkan i globalt datasamarbete även till ett stort antal länder utanför Europa.

CESSDA innefattar omkring 25 000 databaser och används av över 30 000 forskare. Data kommer från det samhällsvetenskapliga området, t.ex. valundersökningar, opinionsundersökningar och andra enkätundersökningar.

CESSDA deltar i en process att etablera ett CESSDA-ERIC som kommer att fungera som en nod för medlemsländernas dataarkiv (i Sverige SND). CESSDA-ERIC kommer att säkra att alla medlemmar uppfyller gemensamma standarder. Detta möjliggör till exempel skapandet av ett europeiskt "forskarpass" som ger forskare och data möjlighet att röra sig virtuellt utan hinder över Europas gränser. En gemensam finansiell bas för projektet innebär att den internationella effektiviteten kan ökas och en mer fullständig integrering av de nationella dataarkiven kan åstadkommas. CESSDA kommer att arbeta med inventering av data som har ett internationellt värde, beskrivning och dokumentation av data och underlättande av kontakter mellan dataanvändare i olika länder. Inom CESSDA kommer även regler gällande personskydd och upphovsrätt med syfte att förstärka access till data att utvecklas, liksom frågor om upphovsrättsligt skydd och utveckling av ny metodologi och mjukvara för dataanalyser.

Projektet som presenteras i ESFRI:s vägvisare från 2006 omsluter 30 miljoner euro och avser uppgradering av gemensamma dokumentationssystem, utveckling av forskarstöd och utveckling av mjukvara för att betjäna den distribuerade miljön. CESSDA verkar också för inkorporering av och stöd till nya medlemmar i nätverket. Rådet för forskningens infrastrukturer beslutade i slutet av 2011 att verka för svenskt medlemskap i CESSDA-ERIC.





FOTO: SCANPIX

*Vetenskapsrådet avser att utreda språkteknologiområdets behov av infrastruktur, bland annat relaterat till CLARIN (Common Language Resources and Technology Infrastructure) som skapar en integrerad och standardiserad forskningsinfrastruktur för språkliga resurser.*

## CLARIN – Common language resources and technology infrastructure

CLARIN är ett europeiskt initiativ för att skapa en integrerad och standardiserad forskningsinfrastruktur för språkliga resurser, vilket inbegriper dels dataresurser i form av text- och ljudarkiv, korpusar (samlingar av språklig data), taldata, lexikon, grammatiker etc, dels de teknologier och verktyg som behövs för att lagra, distribuera och arbeta med dataresurserna – både primärdata och härledda data. Sådana språkliga resurser är en viktig komponent både i språkteknologisk forskning och utveckling och inom den allmänna språkvetenskapens olika områden. Vidare har de språkliga resurserna potentiellt en roll att spela inom alla humanistiska och samhällsvetenskapliga discipliner där text och tal är centrala studieobjekt.

CLARIN har sedan starten riktat sig både till forskare i språkteknologi som ansvarar för att utveckla infrastrukturens språkresurser och språkverktyg och forskare i humanistiska och samhällsvetenskapliga discipliner som utgör infrastrukturens huvudanvändare. CLARIN har åtta svenska institutioner som medlemmar, av vilka majoriteten även är medlemmar av ett svenskt konsortium för skapandet av svenska språkliga resurser av den typ som CLARIN-arbetet syftar till. Här handlar det i huvudsak om två grundkomponenter:

- (1) En uppsättning språkresurser (korpora, lexikonresurser, taldata, terminologidatabaser), samordnade med hjälp av standardiserade format och programmeringsgränssnitt etc, i form av en s.k. BLARK (Basic language resource kit).
- (2) En nationell referenskorpus med en stor och representativ uppsättning skrivna och talade genrer. Förutom som primärdata i språkforskning tjänar en sådan språkdata både som träningsdata och utvärderingsmåtstock vid utvecklingen av språkverktyg.

Vetenskapsrådet avser att under 2012 utreda språkteknologiområdets behov av infrastruktur, bland annat relaterat till CLARIN, och hur det svenska samarbetet bör organiseras.

CLARIN presenterades i ESFRI:s vägvisare 2006 och planerar att bli en ERIC, som förväntas komma igång 2012.

#### DARIAH – Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities

DARIAH verkar för att skapa en samordnad teknisk infrastruktur för att förbättra och understödja digitalt baserad forskning inom humaniora.

DARIAH:s förberedelsefas avslutades i februari 2011 och organisationen har sedan dess arbetat med att lämna in en ansökan om DARIAH-ERIC för att kunna övergå i konstruktionsfas. Inom ramen för detta arbete har en överenskommelse tagits fram och hittills undertecknats av ett tiotal länder.

Svensk Nationell Datatjänst (SND) har deltagit i förberedelsefasen som associerad partner och följer utvecklingen i DARIAH.

#### ESS – European Social Survey

European Social Survey är en forskarinitierad attityd- och beteendeundersökning som hittills genomförts fem gånger i mer än 30 europeiska länder sedan starten 2002. Socialundersökningen är utformad för att kartlägga och förklara interaktionen mellan Europas föränderliga sociala strukturer och attityder, föreställningar och beteenden hos dess kulturellt och socialt olika befolkningar.

ESS genomför högkvalitativa mätningar av sociala förhållanden och förändring i Europas befolkningar. Ett annat syfte är att öka jämförbarheten i enkätundersökningar över gränser och språkbarriärer, samt att utveckla och implementera sociala indikatorer vid sidan av de ekonomiska väletablerade indikatorerna.

ESS tillhandahåller data fritt via en webbplats för alla som önskar använda den, i nuläget finns fem undersökningar att tillgå. Den sjätte rundan av ESS planeras till 2012–13 och den sjunde till 2013–14.

År 2010 skrev Vetenskapsrådet under en överenskommelse om att gå vidare in i en konstruktionsfas genom att arbeta fram statuter inför en an-

sökan om ESS-ERIC som planeras till slutet av 2011. Sverige har varit en aktiv part i ESS och väntas fortsatt delta i den nya organisationen. Rådet för forskningens infrastrukturer beslutade i slutet av 2011 att verka för svenskt medlemskap i ESS-ERIC.

### SHARE – Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe

SHARE är en tvärvetenskaplig intervjubaserad undersökning om hälsa, åldrande och pensionering i Europa som genomförts i 15 europeiska länder och som omfattar totalt 45 000 individer över 50 års ålder i bl.a. Sverige. Syftet med SHARE är att öka förståelsen för konsekvenserna av den åldrande befolkningen. Undersökningen fokuserar bl.a. på arbetskraftsutbud, försörjningsmöjligheter, sociala och ekonomiska förhållanden, familjenätverk samt fysisk och psykisk hälsa bland människor över 50 års ålder. SHARE startade 2002 och är planerat att fortgå fram till 2023 och kommer då att ha omfattat totalt 10 omgångar av datainsamling.

På europeisk nivå leds SHARE från Mannheim Research Institute for the Economics of Ageing (MEA) i Tyskland. Det svenska deltagandet i det europeiska samarbetet har finansierats via FAS.

SHARE blev i mars 2011 den första infrastrukturen i Europa som fått status som så kallad European Research Infrastructure Consortium (ERIC). Sverige är inte medlem i SHARE-ERIC, men rådet för forskningens infrastrukturer beslutade i slutet av 2011 att verka för svenskt medlemskap i och att finansiera en parallell svensk infrastruktur på försök.



*Infrastrukturen SHARE är en tvärvetenskaplig intervjubaserad undersökning som genomförts i 15 europeiska länder. Syftet med SHARE är att öka förståelsen för konsekvenserna av den åldrande befolkningen. SHARE blev i mars 2011 den första infrastrukturen i Europa som fått status som så kallad European Research Infrastructure Consortium (ERIC). Rådet för forskningens infrastrukturer beslutade i slutet av 2011 att verka för svenskt medlemskap i SHARE-ERIC.*

## Register- och persondatabaserad infrastruktur

Genom de register som finns i Sverige som täcker hela befolkningen i kombination med systemet med personnummer, har Sverige unika förutsättningar för att studera angelägna, tvärvetenskapliga frågor kring sambandet mellan samhällsförhållanden, ekonomi och hälsa. Dessutom har Sverige tillgång till omfattande biobanksmaterial som under lång tid samlats in för forskningens och sjukvårdens ändamål. Genom att ta fram och koppla biologisk information från vävnadsmaterial med persondata från register skapas förutsättningar att förstå sambanden bakom flera stora folksjukdomar som hjärt-och kärlsjukdomar och cancer. Sverige har mycket goda förutsättningar för att vara ledande inom den typen av forskning. Problem som bland annat identifieras i den senaste forsknings- och innovationspropositionen från 2008<sup>15</sup> är dock att dessa datakällor i dagsläget är underutnyttjade och att det finns en begränsad samordning av infrastruktur och databaser. I propositionen nämns även att regler och lagar för samutnyttjande av registerdata och andra data kan behöva granskas och anpassas till nya organisatoriska och tekniska förutsättningar<sup>16</sup>.

Vetenskapsrådet konstaterar att en sådan samordning och översyn av de tekniska, organisatoriska och rättsliga förutsättningarna inom registerdataområdet ännu inte uppnåtts men ser det som oerhört angeläget. Vetenskapsrådet kommer därför att fortsätta att verka för skapandet av en nationell infrastruktur för persondata i forskningssyfte.

## SND, Svensk nationell datatjänst

Svensk nationell datatjänst är en serviceorganisation för svensk forskning inom humaniora, samhällsvetenskap och medicin. SND inrättades den 1 januari 2008 på initiativ av Vetenskapsrådet. Verksamheten bedrivs vid Göteborgs universitet och finansieras gemensamt av Vetenskapsrådet och Göteborgs universitet.

Under 2011 utvärderades SND av en internationell panel, utvärderingen initierades av Vetenskapsrådet. Vid utvärderingen framkom bland annat att SND:s uppdrag behöver förtydligas så att SND kan uppfylla rollen som en nationell infrastruktur för samordning av existerande och nya forskningsdatabaser inom sitt ansvarsområde och som serviceorganisation för forskare under hela forskningsprocessen. Under 2012 kommer ett antal åtgärder att föreslås och initieras som förtydligar SND:s uppdrag mot bakgrund av de

<sup>15</sup> Prop.2008/09:50 s.190–191.

<sup>16</sup> Översyn av de nationella kvalitetsregistren. Guldgruvan i hälso- och sjukvården. Förslag till gemensam satsning 2011-2015.

behov som identifierats vid utvärderingen. En tydligare uppdragsbeskrivning för SND bör utformas i relation till övriga aktörer inom fältet för registerbaserad forskning i Sverige.

#### Surveydata och longitudinella studier

Vetenskapsrådet har tillsammans med FAS och Riksbankens jubileumsfond initierat en utredning för att se vilka befintliga surveydatabaser och longitudinella studier som är av störst värde för svensk forskning och om det finns möjlighet till ökad samordning och kvalitetsförbättringar. Utredningen är planerad till 2012.

## Miljövetenskaper – planeten jorden

#### ANAEE – Analysis and Experimentation on Ecosystem

ANAEE är ett infrastrukturinitiativ för experimentell ekologi som presenterades i ESFRI:s vägvisare från 2010. Syftet är att utveckla ett nytt koncept med en integrerad europeisk infrastruktur med kontrollerade experiment i såväl jord- och skogsbruksekosystem som naturliga ekosystem. Konceptet avser både experiment *in situ* och i ekotroner där delar av ekosystem studeras under kontrollerade förhållanden inomhus. Umeå universitet koordinerar svenska forskares deltagande i planeringen.

#### EISCAT/EISCAT-3D – European Incoherent Scatter facility

EISCAT studerar framför allt hur solvinden interagerar med jonosfären med hjälp två högeffektsradarsystem, ett på fastlandet med sändare i Tromsö med mottagarstationer i Tromsö, Kiruna och Sodankylä och två antenner på Svalbard. Kina avser att bygga en tredje antenn på Svalbard. EISCAT-3D från ESFRI:s vägvisare 2008, är en stort steg i utveckling av EISCAT som tas för att upprätthålla den vetenskapliga fronten. Planeringen av EISCAT-3D drivs av EISCAT:s huvudkontor vid Institutet för rymdfysik i Kiruna och finansieras av EU-kommissionen och Vetenskapsrådet.

#### EMBRC – European Marine Biology Research Centre

EMBRC är en infrastruktur som knyter samman kustnära marina laboratorier i Europa för genetiska studier och tillgång till modellorganismer. EMBRC presenterades i ESFRI:s vägvisare 2008 och har bidrag från EU-kommissionen för planeringsfasen. EMBRC koordineras från Sven Lovéncentret för marina vetenskaper vid Göteborgs universitet, vilket ger Sverige en ledande roll i projektet.



*Svenska radaranläggningen EISCAT:s UHF-antenn i Kiruna som fyllde 30 år 2011.  
Med antennen observeras bland annat norrsken.*

### EMSO – European Multidisciplinary Seafloor Observatory

Målet med det djuphavsbaseerade observationssystemet EMSO är att utveckla och bygga ett flertal undervattensobservatorier för marin forskning inom biologi, vattenkemi, georisker m.m. Planerat europasamarbete som presenterade i ESFRI:s vägvisare 2006. Göteborgs universitet koordinerar de svenska intressena.

### EPOS – the European Plate Observing System

EPOS mål är att skapa en europeisk infrastruktur för att studera rörelser i jordskorpan inklusive processer som styr jordbävningar, vulkanutbrott och tsunamis på lång sikt. EPOS presenterades i ESFRI:s vägvisare 2008 och planerar för det fortsatta arbetet med bidrag från EU:s sjunde ramprogram. Uppsala universitet koordinerar svenska forskares deltagande i planeringen.

### GBIF – Global Biodiversity Information Facility

Ett globalt nätverk som verkar för att göra data och information om biologisk mångfald mer tillgänglig för vetenskaplig forskning. Inom det virtuella bibliotek som byggs upp samlas information om jordens alla arter. Uppgifter på molekylär, genetisk och ekologisk nivå samt på ekosystemnivå registreras. Naturhistoriska riksmuseet är värd för den svenska GBIF-noden.



### **ICOS – Integrated Carbon Observation System**

ICOS ska samordna och utveckla de europeiska mätningarna av koldioxidutbytet mellan mark och atmosfär. För detta projekteras mätstationer spridda över hela Europa. En svensk nod samordnas från Lunds universitet. Planeringen av ett europeiskt ICOS med svensk medverkan pågår.

### **ICDP/SDDP – International Continental Drilling Program/ Swedish Deep Drilling Program**

Inom det internationella djupborrningsprogrammet International Continental Scientific Drilling Program (ICDP), utvecklas en svensk infrastruktur, Swedish Deep Drilling Program (SDDP) med stöd av Vetenskapsrådet. Programmet har fokus på grundvetenskapliga problem men frågor som ofta har direkt ekonomisk och miljömässig koppling som t.ex. geotermisk energi och koldioxidavskiljning studeras med djupborrnig.

### **IODP – Integrated Ocean Drilling Program/ECORD**

Sverige deltar i det internationella oceanborrningsprogrammet (IODP) genom det europeiska konsortiet för djuphavsborrnig (ECORD). Den övergripande målsättningen med programmet är att utföra provtagning i alla havsområden och i alla typer av geologiska lagerföljder. Det nuvarande programmet avslutas under 2012, diskussioner om hur ett nytt program ska utformas pågår.

### **Lifewatch**

Ett försök att bygga upp och koordinera europeiska e-infrastrukturer för forskning kring biodiversitet och hållbar utveckling från ESFRI:s vägvisare 2006. Fokus ligger på att utveckla system för modellering och datautbyte samt på att skapa nätverk mellan existerande övervakningssystem för biodiversitet. En svensk infrastruktur är under uppbyggnad vid Sveriges lantbruksuniversitet. Planeringen av ett europeiskt Lifewatch med svensk medverkan pågår.

### **LTER – Long Term Ecological Research**

Europeiskt nätverk för långsiktiga ekologiska studier vid forskningsstationer. Vetenskapsrådet stödde svenska LTER:s inträde i det internationella LTER-nätverket under 2010, men har inte beslutat om finansiering. LTER är starkt kopplat till Vetenskapsrådets initiativ att samordna forskningsstationer.

### **Nordsim – Nordic Secondary Ion Mass Spectrometer**

En samnordisk resurs för geologisk forskning som finns på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm. Instrumentet används inom flera grenar av geologin och av gruvindustrin för att mäta sammansättningen av isotoper och grundämnen i prover.

## ECDS – Environment Climate Data Sweden (tidigare SND-KM)

Vetenskapsrådet har etablerat ett nationellt datacenter för klimat- och miljöforskning med SMHI som värd. ECDS ska bygga upp en nationell organisation som kan ta hand om metadata och vissa data från forskningsprojekt inom klimat- och miljöområdet i vid mening. Vidare ska datatjänsten stödja forskarnas och lärosätenas arbete med att skapa egna varaktiga databaser som uppfyller krav på standarder och sökbarhet. ECDS är även en operativ resurs för Vetenskapsrådets fortsatta arbete med att öka forskarnas tillgänglighet till data.

## SIOS – Svalbard Integrated Observing System

Inom det norska infrastrukturinitiativet SIOS vill man integrera de forskningsaktiviteter som flera länder, mestadels europeiska, i dag utför på Svalbard samt utöka kapaciteten för forskning och observationer på och kring Svalbard. SIOS presenterades i ESFRIs vägvisare 2008, svenska forskare deltar i planeringsfasen.

*Vetenskapsrådet har under 2011 gjort en utredning om möjligheterna till en ökad samordning av svenska landbaserade forskningsstationer, varav Abisko naturvetenskapliga station är en av dem. Utredningen pekade på att en ökad nationell samordning och ett förbättrat användarstöd skulle stärka redan starka svenska profilområden och öppna ytterligare möjligheter för svenska stationer att involveras i till exempel EU-projekt.*

FOTO: SCANPIX



## Forskningsstationer

Vetenskapsrådet har under 2011 gjort en utredning om möjligheterna till ökad samordning av svenska landbaserade forskningsstationer (Infrastrukturer för fältbaserad ekologi- och miljöforskning, Kjell Danell 2011<sup>17</sup>). Utredningen pekade på att de svenska forskningsstationerna drivs av olika huvudmän och med begränsad samordning. Flertalet används i liten omfattning av andra än de som driver stationen. Andra har många externa användare och i synnerhet Abiskostationen har ett stort antal internationella användare. Stödet till egna och externa användare är också mycket varierande. En ökad nationell samordning och ett förbättrat användarstöd skulle stärka redan starka svenska profilområden och öppna ytterligare möjligheter för svenska stationer att involveras i t.ex. EU-projekt. Med utgångspunkt från utredningen har Vetenskapsrådet inlett en diskussion med huvudmännen i avsikt att skapa ett nationellt nätverk av landbaserade stationer och annan fältbaserad infrastruktur för ekologi- och miljöforskning.

Vad gäller de marina forskningsstationernas verksamhet och infrastruktur underströk Havsmiljöutredningen<sup>18</sup> att samordningen behöver öka. Som svar på utredningen inrättade regeringen 1 juli 2008 Havsmiljöinstitutet. Det är angeläget att snarast utvärdera hur institutet kan stärkas alternativt förändras för att bättre bidra till ett kostnadseffektivt utnyttjande av infrastruktur för marin forskning.

## Teknikplattformar för forskning kring planeten jorden

Flera områden inom forskningen kring planeten jorden och dess utveckling är beroende av högkvalitativa analysutrustningar. Traditionellt har enskilda forskargrupper införskaffat både bas- och högt specialiserade utrustningar genom bidrag från bland annat Knut- och Alice Wallenbergs stiftelse, Vetenskapsrådet och från universitetens egna anslag. Analysutrustningens utnyttjande och andra forskargruppers tillgång till den varierar men ofta saknas resurser för användarstöd och tekniskt underhåll.

Vissa utrustningsbehov är delade med andra forskningsområden. Ekologer använder infrastruktur för sekvensering och proteomik och klimatmodellerare samarbetar med SNIC för sina behov av beräkningskapacitet. Mycket klimat- och miljöforskning är beroende av specialiserad utrustning. Exempelvis behöver geovetenskaplig forskning tillgång till avancerad utrustning för avbildning och spårämnes- och isotopanalys, miljökemiska

<sup>17</sup> Infrastrukturer för fältbaserad ekologi- och miljöforskning, Kjell Danell 2011

<sup>18</sup> <http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/104309>

analyser är beroende att kunna spåra och analysera ämnen som förekommer i mycket små kvantiteter i mark, luft och vatten, zoologer måste ha tillgång till instrument för bioavbildning m.m. Flera av dessa instrument är både dyra och kräver kunnig personal för att fungera effektivt och samtidigt ge tillförlitliga resultat.

Det finns i dag få initiativ för att samordna dessa instrument och bygga strukturer för att klimat- och miljöforskningen ska få tillgång till högkvalitativa analysutrustningar. Ett exempel på ett sådant initiativ är inom geovetenskaplig avbildning och analys där Naturhistoriska Riksmuseet (NRM) samordnat svenska forskare kring viss nödvändig utrustning, initiativet beviljades stöd av Vetenskapsrådet i slutet av 2011. Centret föreslås byggas upp kring den utrustning som redan i dag finns vid NRM och där NORDSIM utgör en central del av verksamheten.

## Energiforskning

Energiforskning kräver kunskaper från olika forskningsområden, både från grundforskning och tillämpad forskning, och behoven av forskningsinfrastruktur spänner från anläggningar för grundläggande materialanalys och beräkningsresurser till industriell utveckling och rena testanläggningar. I Sverige har Energimyndigheten ett övergripande ansvar för forskningen men Vetenskapsrådet har helt eller delvis ansvar för vissa specifika områden som fusion, kärnteknik och nationell forskningsinfrastruktur. Här finns goda möjligheter till ökad samordning.

### MYRRHA – Multi-purpose hybrid research reactor for high-tech applications

Målet med MYRRHA är att skapa en blykyld fjärde generationens forskningsreaktor, svenska forskare deltar i planeringen. Forskning och utveckling inom detta område sker i Sverige inom GENIUS-projektet där KTH, Chalmers och Uppsala universitet deltar. Fokus för de svenska grupperna är bränsleutveckling, materialforskning och säkerhet med målet att kunna bygga en mindre blykyld forskningsreaktor i Sverige, ELECTRA (European lead cooled training reactor), inom tio år. Projektet presenterades i ESFRI:s vägvisare från 2010.

## Biologi och medicin

### ELIXIR – European Lifescience Infrastructure for Biological Information

Livsvetenskaperna har de senaste åren genomgått stora förändringar tack vare framsteg främst inom genetik och proteomik vilka genererar enorma datamängder. Även utvecklingen mot storskaliga epidemiologiska studier och livsstilsstudier samt teknikplattformar inom exempelvis biologisk avbildning genererar stora mängder data. Eftersom data behöver lagras, analyseras och tolkas, utvecklas viktiga delar av biologi och medicin allt mer mot informationsvetenskap, och bioinformatik har här en central roll. Behovet av datalagring samt av kompetens inom bioinformatik förväntas öka under de kommande åren. Detta ställer stora krav på forskningsinfrastruktur inom bioinformatikområdet för att inte riskera att få en flaskhalseffekt.

På Europainivå har den distribuerade forskningsinfrastrukturen ELIXIR (European Life Sciences Infrastructure for Biological Information) som mål att bygga upp och driva en hållbar infrastruktur för biologisk information i Europa för att stödja livsvetenskaplig forskning och dess tillämpningar inom bland annat medicin, miljövetenskap och bioteknikindustrin. ELIXIR kommer därigenom att förstärka forskning och näringar som behandlar levande system. ELIXIR byggs upp av ett antal noder på olika platser i Europa med EMBL:s bioinformatikinstitut EBI som central nod. En distribuerad infrastruktur har fördelarna att belastning på datornätverk, beräknings- och lagringsresurser kan utjämnas och att den europeiska bioinformatikexperisen sprids över flera länder.

Sverige har deltagit som partner i planeringsfasen av ELIXIR som nu går in i uppbyggnadsfas. Den svenska medverkan inom ELIXIR sker genom den nationella infrastrukturen BILS som tillhandahåller datalagring i nära samarbete med SNIC. De svenska bidragen till ELIXIR är datakällor och bioinformatiska metoder som utvecklas i Sverige och som är av generell intresse.

Bioinformatiknätverket BILS ska ansvara för samordning på nationell nivå och deltagande i internationella samarbeten inom Norden och med övriga Europa. En ytterligare funktion är utbildning inom bioinformatik på flera nivåer. I synnerhet från doktorandnivå och uppåt finns mycket att vinna på nationell samordning av resurser och att tillhandahålla specialiserade kurser. Rådet för forskningens infrastrukturer beslutade i slutet av 2011 att verka för svenskt medlemskap i ELIXIR.

### BBMRI – Biobanking and Biomolecular Resources Infrastructure

Biologiska vävnadsprover med tillhörande data om ursprung och behandling är ovärderliga resurser för att studera biologiska processer. Biobanker

står för hantering och förvaring av stora mängder vävnadsprover runt om i världen, ofta genom nedfrysning och arkivering av prover med vidhängande uppgifter. Genom bättre samordning och strukturering av biologiska resurser inom biobanker förbättras möjligheterna att studera orsaker till sjukdomar och möjliga behandlingsmetoder. För att kunna utnyttja biobanker för forskning behöver de kompletteras med avancerad informatik.

För att biobankernas potential ska kunna utnyttjas fullt ut är det nödvändigt att sjukvårdens och universitetens resurser integreras i betydligt högre utsträckning än vad som i dag är fallet. Integrering nationellt och på Europeanivå skulle ge tillgång till material för forskning som i dag inte existerar på grund av olika standarder, datastrukturer och regelverk för tillgänglighet och utbyte av data och biologiska material mellan länder. En av målsättningarna med den europeiska infrastrukturen, BBMRI (Biobanking and Biomolecular Resources Infrastructure) är därför att via en gemensam uppsättning av definitioner och standarder garantera jämförbarhet och ge forskarna tillgång till ett stort validerat biologiskt forskningsmaterial. Sverige deltar i BBMRI genom Vetenskapsrådet och genom den svenska nationella infrastrukturen för biobanker, BBMRI.se.

BBMRI befinner sig i början av implementeringsfasen och beslut om ansökan om att bilda en s.k. ERIC förväntas under 2012. Rådet för forskningens infrastrukturer beslutade i slutet av 2011 att verka för svenskt medlemskap i BBMRI.eu.

FOTO: LARS HAMMARSTRÖM, CBBS



*I det europeiska nätverket EU-Openscreen för öppna screening-plattformar inom kemisk biologi ingår bland annat kemiska bibliotek, databaser med screeningresultat, framtagande av nya assays, upptäckt och utveckling av små molekyler för vidare användning inom forskning och industri, samt utbildning och användarstöd. För svensk räkning ingår den nationella infrastrukturen CBBS, Chemical Biology Consortium Sweden, som bland annat arbetar med att ta fram små organiska molekyler.*



## EU-Openscreen – European Infrastructure of Open Screening Platforms for Chemical Biology

EU-Openscreen är ett europeiskt nätverk för öppna screening-plattformar inom kemisk biologi. I nätverket ingår bland annat kemiska bibliotek, databaser med screeningresultat, framtagande av nya assays, upptäckt och utveckling av små molekyler för vidare användning inom forskning och industri, samt utbildning och användarstöd. De svenska intressena företräds av CBCS.

## Strukturbiologi – INSTRUMENT/Swedstruct

Livsvetenskaperna har under de senaste åren gjort stora landvinningar bland annat genom kartläggningen av ett flertal organismers genuppsättning samt studier av variabilitet mellan individer. Utifrån den informationen har forskarna kunnat härleda information om den primära strukturen för biologiska makromolekyler.

Strukturbiologin har som målsättning att med högsta möjliga upplösning kartlägga den tredimensionella strukturen hos olika biologiska makromolekyler som proteiner, nukleinsyror och komplex sammanfogade av olika subenheter. Tillgång till sådan information ger en bas för att förstå biologisk funktion, något som också är basen för bland annat strukturbaserad läkemedelsutveckling.

Det europeiska initiativet INSTRUMENT är en distribuerad forskningsinfrastruktur inom området med målsättning att höja konkurrenskraften hos den europeiska strukturbiologiska forskningen. INSTRUMENT väntas bli implementerad under 2012.

Svenska forskargrupper inom strukturbiologi har bildat en nationell motsvarighet till den europeiska infrastrukturen, Swedstruct. Rådet för forskningens infrastrukturer beslutade i slutet av 2011 om finansiering av den svenska infrastrukturen och att verka för svenskt medlemskap i INSTRUMENT. De svenska infrastrukturresurserna inom fältet strukturbiologi består av fyra centrum. Vid MAX-lab i Lund finns strålrör för proteinkristallografi och planer på bland annat ett strålrör för röntgenkristallografi vilket kommer att effektivisera strukturbestämning av makromolekyler. I Göteborg ligger det svenska NMR-centret där molekyler i lösning kan studeras. Vid Karolinska institutet byggs faciliteter för cryo-elektronmikroskopi samt för storskalig produktion av rekombinanta proteiner i olika former av celler och i cellfria system in vitro.

## ISBE – Infrastructure for System Biology

Mängden data om molekylära och cellulära beståndsdelar på detaljnivå ökar, men vår förståelse om dessa molekyler i samverkan, inom ett dynamiskt, levande system är otillräcklig. ISBE har som mål att vidareutveckla

kunskap från "omics" till beskrivningar av förlopp och mekanismer i biologiska system. Organisationen avser försörjning med apparatur, kompetens och inte minst datorkraft och beräkningar. Med hjälp av sådana resurser kan simuleringar och modellering av levande system göras, baserad på kunskap om de biologiska komponenterna. Systembiologi kommer att ha en central roll för vår framtida förståelse av biologiska förlopp och dessas reglering. Området kommer att ha stora behov av olika slag av högkapacitetscreening, datalagringskapacitet och beräkningskapacitet.

ISBE presenteras i ESFRI:s vägvisare från 2010. I Sverige finns flera starka grupper inom området och svenska forskare deltar i planeringen med stöd av Vetenskapsrådet.

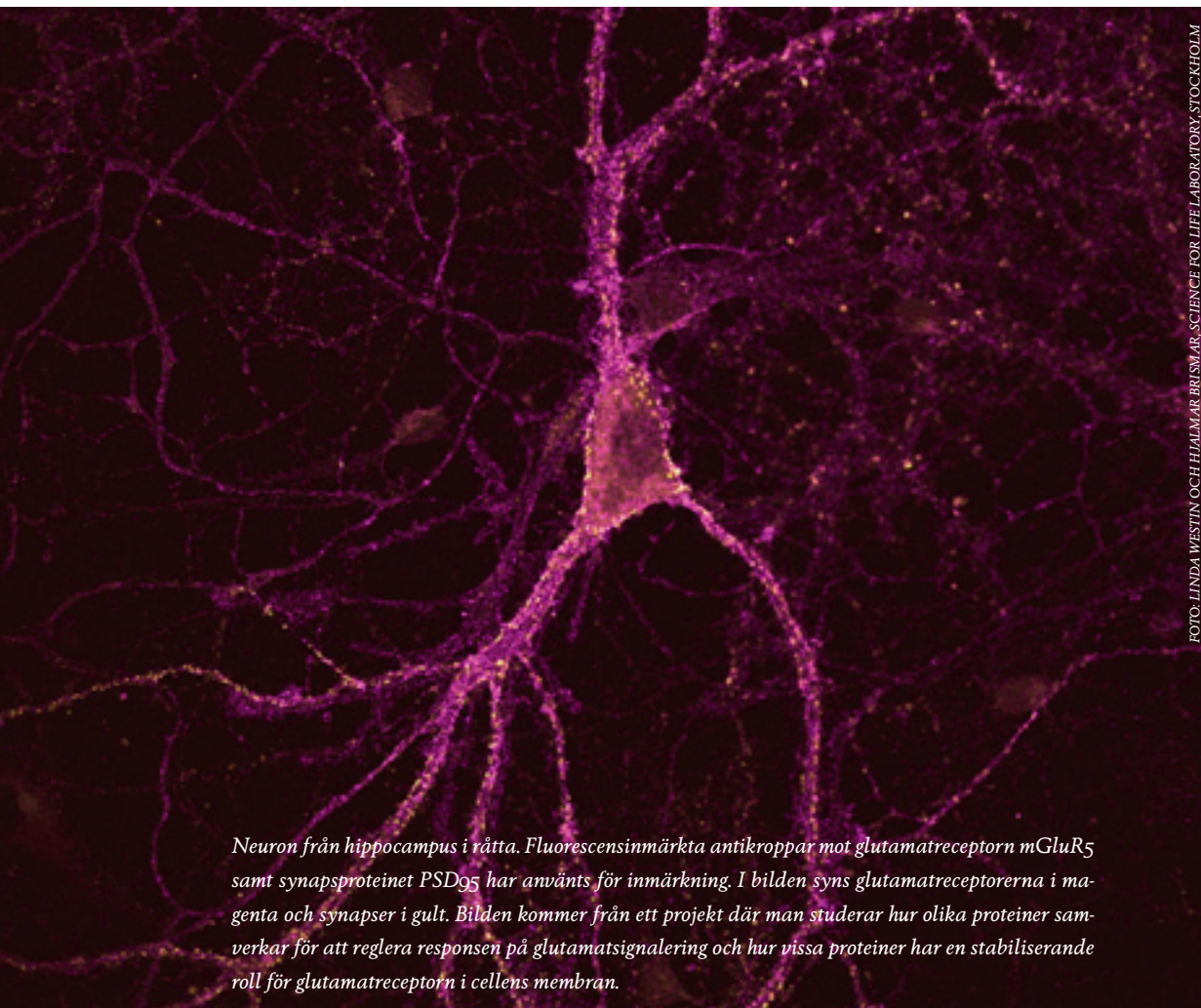
### Nationella teknikplattformar inom medicin och livsvetenskaper

Teknikplattformar inom medicin och livsvetenskaper (core facilities) är ett samlingsnamn för gemensam spetsteknologisk utrustning och metoder som är öppet tillgängliga för forskare. Dessa teknikplattformar erbjuder t.ex. metoder för biomolekylär analys, olika avbildningstekniker och forskningsinriktade kirurgi/operationssalar. Personal som bemannar faciliteterna kan vara allt från fysiker till biokemister, molekylärbiologer, veterinärer och läkare. Vid teknikplattformar sker en kontinuerlig utveckling av metoder och instrument så att forskaren har tillgång till den senaste tekniken. Teknikplattformar utgör även en utbildningsresurs som ger yngre forskare tillgång till avancerad utrustning och metodik vilket gör att de snabbt kan etablera sig och sin forskning. Genom att integrera data från olika teknikplattformar kan komplicerade livsprocesser kartläggas i detalj och ge en klarare bild av hur organismer fungerar och samverkar med sin omgivning, en del i så kallad systembiologi.

Under senare år har flera stora investeringar gjorts av bland annat Stiftelsen för strategisk forskning (SSF) och Wallenbergstiftelserna för att stödja utvecklingen av teknikplattformar inom till exempel genomik, proteomik och biologisk avbildning. Utvecklingen har accelererat och storskaliga tekniker baserade på sekvensering ändrar i grunden förutsättningarna för molekylär analys inom medicin och livsvetenskaperna. Denna utveckling av Next Generation Sequencing (NGS) omfattar bl.a. DNA-sekvensering för analys av variationer mellan både individer och organismer, sekvensbaserad transkriptomanalys och studier av protein-DNA-interaktioner. För varje år sker väsentlig kapacitetsökning i kombination med ständigt minskade kostnader per sekvensbestämd bas, något som innebär att antalet forskare liksom projektens omfattning och användningsområden med all sannolikhet kommer att växa dramatiskt de närmaste åren. Denna utveckling ställer stora krav på en väl fungerande infrastruktur och inte minst samordning mellan befintliga resurser.

Kartläggningen av genomet räcker inte för att till fullo förstå proteinfunktion då den påverkas av bland annat posttranslationell modifiering som kan ge proteinet helt nya egenskaper och funktioner. Tekniker som är centrala för proteomik baseras på masspektrometri. Uppbyggnad av referens- och servicecentrum med olika kompetenser vad avser tillämpningar inom masspektrometri är därmed en förutsättning för den fortsatta kartläggningen av proteiners variabilitet, funktioner och roller i processer.

De teknikplattformar som finns och håller på att byggas upp i Sverige bör organiseras och utvecklas till nationella resurscentrum som har möjlighet att tillgodose forskningens behov av spetskompetens inom olika tekni-



*Neuron från hippocampus i råttan. Fluorescensmärkta antikroppar mot glutamatreceptorn mGluR5 samt synapsproteinet PSD95 har använts för inmärkning. I bilden syns glutamatreceptorerna i magenta och synapser i gult. Bilden kommer från ett projekt där man studerar hur olika proteiner samverkar för att reglera responsen på glutamatsignalering och hur vissa proteiner har en stabiliserande roll för glutamatreceptorn i cellens membran.*

ker som transkriptomik, genomik, proteomik, metabolomik och biologisk avbildning. För drift och utveckling av plattformarna fordras vetenskaplig och ekonomisk långsiktighet och kontinuerlig utveckling av teknologi och kompetens. Samverkan mellan Vetenskapsrådet, universitet och högskolor, landsting och andra finansiärer, inklusive samordning av nationell infrastruktur inom regeringens strategiska satsning på Scilifelab, är därför en förutsättning för en fortsatt framgång i detta arbete. Det är nödvändigt att prioritera vilka teknikplattformar som behövs av för att säkra Sveriges konkurrenskraft inom biomedicin och livsvetenskap på längre sikt. Vetenskapsrådet avser utreda behov och former för stöd närmare.

### Euro-Bioimaging och Swedish Bioimaging – Biologisk avbildning

Inom området biologisk avbildning (bioimaging) har en snabb utveckling skett på senare år, med allt högre krav på avancerade faciliteter och vetenskaplig expertis. Avbildningstekniker inom medicinsk forskning, framför allt med hjälp av nya framsteg inom ultraljudsteknologi, röntgenteknologi med mikro-CT, magnetresonans- och positronemissionstomografikameror (MRI och PET), har gjort det möjligt för forskare och sjukvårdspersonal att studera biologiska fenomen i kroppen utan att behöva utsätta patienten för ingrepp.

Vidare sker en kraftfull utveckling av nya tekniker, som utvidgat gränserna för traditionell mikroskopis upplösning. Ett bland flera exempel är Stimulated Emission Depletion Microscopy (STED), som ökat upplösningen jämfört med traditionell konfokalmikroskopi i storleksordningen tio gånger och möjliggör studier av cellulära förlopp på en helt ny nivå.

Euro-Bioimaging är ett europeiskt projekt som syftar till att koordinera och samordna de satsningar och resurser inom området biologisk och medicinsk avbildning som finns i Europa. Målet är att tillgängliggöra de faciliteter som finns för europeiska forskare, tillhandahålla expertis samt att göra det möjligt att integrera avbildningsdata med patientinformation.

Det svenska nätverket Swedish Bioimaging är under uppbyggnad och kommer att utgöra en nod i det europeiska nätverket. Swedish Bioimaging är en del i den distribuerade nationella infrastrukturen för biologisk avbildning, och ska koordinera och samordna de svenska avbildningsfaciliteterna. Nya noder inom nätverket förväntas tillkomma.

Som en del i nätverket ingår avancerad avbildningsutrustning och vetenskaplig expertis, inledningsvis framför allt inom MRI, men även Sveriges första ultrahögfält-MRI-utrustning med en intensitet på sju tesla. Den senare som placeras i Lund och finansieras av Vetenskapsrådet, kommer att göra det möjligt att studera exempelvis hjärnan och blodflöden i denna med mycket hög upplösning. En kombinerad MR/PET-avbildningsutrustning

som skapar nya möjligheter att undersöka kroppen i helbild för forskning om bland annat cancer, hjärt- och kärl- samt neurologiska sjukdomar beviljades finansiering i slutet av 2011 och kommer att upphandlas under 2012.

Komplettering av avbildningstekniker kommer att behövas inom flera områden, från PET och MEG med avbildning av förlopp i den levande organismen, till tekniker för högupplösande mikroskopi för studier av strukturer och förlopp i isolerade celler och vävnadsbiopsier.

## Fysik- och teknikvetenskaper

### CTA – Cherenkov Telescope Array

CTA är en planerad detektor för högenergetisk gammastrålning från rymden. Principerna för detektorn bygger på att spåra skurar av partiklar (främst elektroner, positroner och gammafotoner med lägre energi) som bildas när energirika gammafotoner slår in i jordatmosfären. De laddade partiklarna som produceras rör sig tack vare sin höga energi snabbare än ljuset i luft så att Cherenkovstrålning uppstår. Genom att använda flera teleskop i grupp kan partikelskuren studeras från olika vinklar vilket gör att både riktning och energi kan bestämmas.

Svenska forskargrupper använder anläggningar av liknande typ och har även bildat ett konsortium med deltagare från Lund, Stockholm och Uppsala med syfte att delta i CTA. Projektet samlar både astrofysiker och astropartikelfysiker som förutom ren astrofysikalisk forskning knuten till supernovarester, pulsarer och aktiva galaxer, ser att CTA med sin höga känslighet ska kunna ge viktiga svar på frågor om mörk materia.

CTA inkluderades i ESFRI:s vägvisare 2008 och då amerikanska astrofysiker nyligen har anslutit sig till CTA deltar omkring 1000 fysiker och astrofysiker i förstudierna. I projektplaneringen räknar man med en helt utbyggd detektor kring 2018.

### E-ELT – European Extremely Large Telescope

ELT är samlingsnamnet för nästa generations jätteteleskop. ESO (Europeiska sydobservatoriet), där Sverige är ett av medlemsländerna, har i sin strategiska plan fram till 2020 satt ett ELT som sin högsta prioritet. Bland de viktigaste vetenskapliga motiven för detta instrument är att systematiskt spåra och karakterisera planeter i planetsystem bortom solsystemet, att följa uppkomsten av storskalig struktur i universum från den tid när de första stjärnorna blossade upp till våra dagar och att testa fysikens gränser i universums historia genom att studera förhållandena i de starkaste gravitationsfälten och



möjliga variationer hos naturkonstanterna. Det europeiska jätteteleskopet E-ELT har getts högsta prioritet för markbunden astronomi både av svenska astronomer och i ASTRONET:s europeiska astronomivägvisare.

ESO och dess medlemsländer har genomfört en detaljerad planering av designen av ett ELT med en spegel med diametern 42 meter. Planeringen inkluderade bl.a. industrikontrakt för de mest kritiska delarna vad gäller



*E-ELT är ett teleskop i 40-metersklassen som kommer att kunna fånga in 15 gånger mer ljus än dagens största teleskop för synligt ljus. Observatoriet kommer att byggas på Cerro Armazones, ett berg med en höjd på 3060 meter över havet i den chilenska Atacamaöknen, omkring 20 kilometer från Cerro Paranal, som är hem för ESO:s teleskop VLT (Very Large Telescope). Driftstart för E-ELT planeras till tidigt under nästa årtionde.*

teknik och kostnader liksom den första generationen av instrumentering. Slutgiltigt beslut om satsningen, vars totalkostnad beräknas bli ca 1 miljard euro, är planerat att fattas under 2012.

Tidsskalan för konstruktionen av E-ELT är 2012-2020. Finansieringen av E-ELT kommer att ske inom ramen för ESO-samarbetet. Den totala extra kostnaden för Sveriges del utöver det nuvarande medlemskapet blir omkring 120 miljoner kronor. Särskilda satsningar för svenskt deltagande i konsortier för instrumentering kan bli aktuella.

### European Solar Telescope (EST)

Europas solfysiker samlar sig nu kring planeringen av ett framtida solteleskop, EST, med en fyra meters primärspegel. EST förväntas placeras på Kanarieöarna. Det främsta vetenskapliga målet med teleskopet är att förstå



solens magnetiskt dominerade och dynamiska kromosfär och hur denna dynamik bestäms av processer i den underliggande fotosfären. Solen erbjuder ett unikt laboratorium för studier av magnetiska plasmor under förhållanden som inte kan efterliknas på jorden. Förståelsen av de fysikaliska processer som kan observeras i solens atmosfär är nödvändig bl.a. för forskning kring stjärnornas fysik men också för att bättre förstå klimatförändringar på jorden. Det ”rymdväder” som solens magnetfält ger upphov till påverkar mänsklig verksamhet i hög grad.

EST:s design kräver ett system med flera deformerbara speglar som kompenserar för jordatmosfärens inverkan på det inkommande ljuset. Här, liksom för annan instrumentutveckling till teleskopet, spelar det svenska solteleskopet, SST, på La Palma och Institutet för solfysik, ISF, en viktig roll.

I en EU-finansierad konceptuell designstudie av EST medverkar institutioner från 15 länder inklusive Sverige. Den totala kostnaden för teleskopet uppskattas till 130 miljoner euro. Med tidigaste möjliga byggstart 2014 kan EST stå färdigt 2019. Det svenska bidraget uppskattas till ungefär 3 procent av totalkostnaden, d.v.s. 40 miljoner kronor. Från EST-projektets sida är man intresserad av svenska bidrag i form av bland annat instrumentering till teleskopet.

### LHC-uppgradering – super-LHC

Partikelacceleratoren Large Hadron Collider (LHC) vid CERN som togs i bruk i slutet av 2009, har under våren 2010 påbörjat fysikprogrammet med 7 TeV proton-proton-kollisioner. Acceleratorn har hittills överskridit de mål som sattes för strålintensitet och stabilitet. Experimenten vid LHC har redan levererat en stor mängd resultat om kända partiklar eller fenomen vid den nya energin som både förbättrar förståelsen av grundläggande partikelfysik och gör det möjligt att upptäcka nya fenomen. Samtidigt med detta pågår sökandet efter nya partiklar, tack vare LHC har området där många hypotetiska partiklar kan finnas snävat in, som leptokvarkar, exciterade kvarkar, svarta hål osv. För LHC:s flaggskeppspartiklar, Higgs-bosoner och supersymmetriska partiklar, behövs fortfarande mer data för att kunna bekräfta eller revidera modellerna.

LHC är ett långsiktigt projekt där prestandahöjningar av acceleratoren och detektorerna redan är i full gång. På acceleratorsidan eftersträvas intensitetshöjningar för att uppnå ännu högre luminositeter och därmed öka datamängden för att kunna undersöka sällsynta fenomen. Den luminositet och energi som LHC konstruerats för, vid kollisionens energi 14 TeV, förväntas nås efter driftsstoppet under 2013–2014. Den första fasen av super-LHC-uppgraderingen planeras under 2017 och ska ge en höjning av luminositeten med en faktor två. Den andra fasen av uppgraderingen beräknas ske under 2021–2022.

För att detektorerna ska klara av uppgraderingarna av LHC:s luminositet måste de byggas om. Svenska forskare är framför allt verksamma inom två projekt, ATLAS och ALICE. Inom ATLAS medverkar svenska forskare i uppgraderingen av den inre spårdetektorn, triggern och kalorimetrarna. För ALICE-experimentet finns behov av att öka precisionen av spårrekonstruk-



*Bild från ATLAS-experimentet vid CERN där svenska forskare är verksamma inom uppgraderingen av den inre spårdetektorn, triggern och kalorimetrarna.*

tionen i det fortsatta programmet. Det svenska bidraget till uppgraderingen av ALICE avser utläsningselektronik för den centrala spårdetektorn. Samma elektronik skulle eventuellt kunna användas för en motsvarande spårdetektor vid en framtida linjär elektron-positron-kolliderare.

Investeringskostnaden för hela uppgraderingen av ATLAS-detektorn fram till 2021 uppskattas till 365 miljoner CHF. Om Sverige skulle bidra i ungefär samma proportion till ATLAS-uppgraderingen som till detektorns ursprungliga uppbyggnad, skulle det innebära totalt 70 miljoner kronor, med investeringarna spridda över en period av 10 år. Behovet av medel till ALICE-uppgraderingen beräknas vara omkring 10 miljoner kronor mellan 2012–2015.

## Linjära partikelkolliderare – CLIC/ILC

Som ett resultat av experimenten vid LHC kommer partikelfysiken att tillföras en stor mängd ny information i det energiområde där man bland annat förväntas upptäcka Higgspartikeln (TeV-området). Studierna med LHC kommer dock inte att kunna svara på alla frågor kring materiens och universums beskaffenhet, och dessutom kommer forskningen vid LHC att generera ny kunskap som leder till hittills okända frågeställningar. För frågor bortom partikelfysikens s.k. standardmodell, till exempel om supersymmetriska partiklar och teorier för extra dimensioner, och för att studera detaljer kring Higgsmekanismen, det vill säga hur partiklar får massa, kommer det att behövas andra typer av partikelacceleratorer med betydligt högre precision än LHC.

CLIC (Compact Linear Collider) och ILC (International Linear Collider) är två föreslagna projekt som med olika tekniker vill studera dessa frågeställningar. Bägge är av typen elektron-positron-kolliderare. CLIC är det projekt som CERN bedriver vid sidan av operation och vidareutveckling av LHC för att studera och utveckla en teknologi för en linjäraccelerator i energiområdet 0,5–5 TeV. ILC är ett världsomspännande samarbete för att etablera en design för en accelerator i energiområdet 0,5–1 TeV.

CLIC/ILC kommer bland annat att förbättra möjligheterna för att studera och förstå Higgsmekanismen. Andra mätningar som möjliggörs är studier av symmetribrott mellan partiklar och antipartiklar i Higgssektorn. Utvecklingsarbete pågår både med detektor- och acceleratorteknik i Sverige. Ett nordiskt CLIC-accelerator-samarbete finns, och flera projekt på EU-nivå har startats för att koordinera och stimulera vidare acceleratorutveckling, framför allt EuCARD (European Coordination of Accelerator R&D) och TIARA (Test Infrastructure and Accelerator Research Area). Här finns möjlighet till synergi med acceleratorutveckling för bland annat spalationskällan ESS.

## SKA – Square Kilometre Array

SKA är en långvågig radiointerferometer som tar vid där den mer kortvågiga radiointerferometern ALMA i Chile slutar. Den insamlade ytan från anläggningen kommer att vara ungefär en kvadratkilometer; eller omkring 180 gånger mer än för ALMA. SKA bygger på ny teknologi där man planerar att använda en relativt enkel antennesdesign tillsammans med mycket sofistikerad elektronik och databehandling. Ett första steg mot denna teknik utvecklas i Nederländerna genom LOFAR (Low Frequency Array). En svensk LOFAR-station vid Onsala rymdobservatorium (OSO) invigdes hösten 2011.

SKA kommer att kombinera en mycket stor detektoryta med hög spatial upplösning och stort synfält. Anläggningen är högtintressant för att studera bildandet av de första stjärnorna och galaxerna i det tidiga universum. An-

dra centrala områden är studier av protoplanetära skivor, kosmiska magnetfält och tester av relativitetsteorin med hjälp av pulsarer.

Placeringen av SKA diskuteras, de mest sannolika alternativen är Australien eller Sydafrika. Ett första steg med en mindre interferometer med ungefär tio procent av den totala ytan planeras redan under mitten av 2010-talet för att tas i bruk från 2020. En andra etapp beräknas stå klar 2024. SKA är ett av de föreslagna globala projekten i ESFRI:s vägvisare för infrastruktur och placerades på första plats tillsammans med E-ELT på ASTRONET:s prioritetslista över forskningsinfrastrukturer inom astronomi.

Totalkostnaden är i storleksordningen 1,5 miljarder euro. Den första tio-procentsetappen beräknas kosta ungefär 350 miljoner euro varav Europa förväntas bidra med större delen och ca 30 procent av kostnaden för det totala SKA. Ett europeiskt SKA-konsortium, där OSO representerar Sverige, har bildats för att koordinera de europeiska intressenterna. Designfasen påbörjas 2013 och kostnaden för ett svenskt deltagande i denna uppgår till cirka 15 miljoner kronor fördelat under fyra år. Svenskt deltagande i designfasen kan troligen ske inom ramen för OSO:s budget. Forskare inom detektorutveckling och antennkonstruktion vid Onsala och Chalmers har värdefull specialistkompetens i sammanhanget. Bland annat resulterade prototyper till ALMA i svenska industrikontrakt. Då ett betydande teknologiskt överlapp finns för de antenner som planeras för radaranläggningen EISCAT-3D finns intresse av samverkan mellan deltagande forskargrupper. Kostnaden för den svenska delen av SKA uppskattas till cirka 100 miljoner kronor.

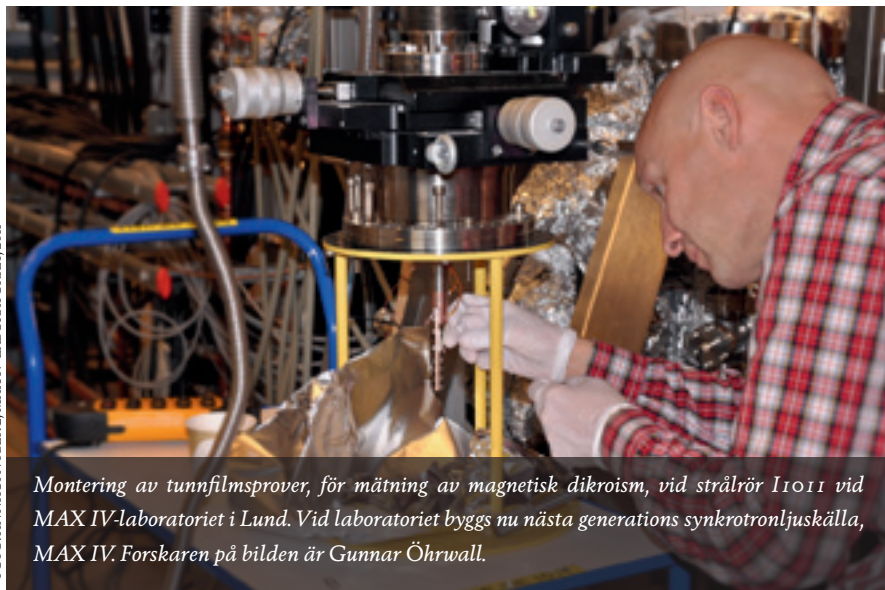
## Materialvetenskap

### Synkrotronljus

Utvecklingen av nya ljuskällor för strålning i mjukröntgen- och röntgenområdet går mycket snabbt. Synkrotronljusanläggningar inom Europa har nått en nivå där prestandan närmar sig dess teoretiska gränser. Dessa källor har stor betydelse för breda naturvetenskapliga områden i fysik, kemi, biologi och geologi genom sin förmåga att ge detaljerad information om strukturen och dynamiken hos atomer, molekyler och material. Även teknikvetenskaper kan ha stor nytta av röntgenkällor. Exempel på forskningsområden där synkrotronljusundersökningar har avgörande betydelse är inom energirelaterade material för katalysatorer, solceller och batterier, inom strukturbioologi där den överväldigande delen av proteiner strukturbestämts med hjälp av synkrotronljus, inom ytfysik för funktionella ytor och för utveckling av morgondagens material för nya typer av elektronik.



FOTO: ANNIKA NYBERG, MAX IV-LABORATORIET, 2011



*Montering av tunnfilmsprover, för mätning av magnetisk dikroism, vid strålrör I1011 vid MAX IV-laboratoriet i Lund. Vid laboratoriet byggs nu nästa generations synkrotronljuskälla, MAX IV. Forskaren på bilden är Gunnar Öhrwall.*

## MAX IV

Vid det nationella laboratoriet MAX-lab i Lund byggs nu nästa generations synkrotronljuskälla, MAX IV. Anläggningen kommer att ha ett tjugotal större instrument (strålrör) för att göra mätningar på olika prover med en rad olika metoder när laboratoriet är färdigutbyggt. Med den föreslagna lågemittansdesignen kommer MAX IV att kunna erbjuda strålning med den högsta briljansen i världen. Det kommer att möjliggöra studier av mycket små prover inom ett brett fält, bland annat av nanostrukturerade material eller av mindre proteinkristaller än vad som hittills varit möjligt. Dessutom kommer röntgenstrålningen från MAX IV att ha en hög grad av koherens vilket möjliggör nya metoder som framför allt berör avbildning av vävnad eller material.

Vetenskapsrådet är tillsammans med Region Skåne, Vinnova och Lunds universitet huvudfinansiärer för startversionen av MAX IV. Anläggningen förväntas leverera den första strålningen 2015-16 då även den första uppsättningen experimentstationer, 6-7 strålrör som till största delen finansieras av Knut och Alice Wallenbergs stiftelse, kommer att tas i bruk. Det finns för de följande fem-sex åren ett behov av uppbyggnad av ytterligare omkring ett par strålrör per år för att möta behoven från forskarsamhället och ta tillvara den vetenskapliga potentialen vid MAX IV, som berör så vitt skilda områden som medicin, paleontologi och materialvetenskap. Ytterligare strålrör är hittills ofinansierade, några förväntas finansieras av våra grannländer, andra av svenska forskningsfinansiärer och universitet efter vetenskaplig gransk-

ning och bedömning i konkurrens. Vidare kan ett antal strålrör komma att byggas upp av industriintressenter.

Det nya MAX IV-laboratoriet kommer, att bestå av två lagringsringar placerade bredvid varandra: en för mjukröntgenområdet och en för hårdare röntgenstrålning. Det finns dessutom planer för en kortpulsfacilitet som i ett senare skede ska kunna byggas ut till en frielektronlaser (FEL).

Det befintliga MAX-lab kommer på sikt att integreras i MAX IV och förväntas fortsätta leverera ljus till ett tiotal experimentstationer fram till dess att den nya anläggningen tas i drift.

### Det svenska materialstrålröret vid Petra III

Den nya tyska synkrotronen Petra III i Hamburg levererar extremt kortvågig strålning inom röntgenområdet (50-150 keV, motsvarande våglängderna 0,25- 0,08 Å). Inom ramen för ett forsknings- och samarbetsavtal med Tyskland har det så kallade Röntgen Ångström-klustret bildats för att främja användandet av de stora infrastruktursatsningar som Sverige och Tyskland genomför inom framför allt materialforskning och strukturbiologi. Inom samarbetet har Sverige bland annat åtagit sig att bygga ett strålrör vid Petra III för studier av material. Den kortvågiga röntgenstrålning som genereras från Petra III har mycket stor genomträngningsförmåga i täta material, som metaller och keramer. Detta öppnar möjligheter till att antingen följa snabba omvandlingar, dynamiska förlopp eller att samla information från mycket små, nanometerstora, volymer i material som annars inte kan studeras med röntgenstrålning. Den höga energin som används gör dessutom att sådana fenomen kan studeras djupt inne i ett material, vilket öppnar möjligheter till avbildning i tre dimensioner, tomografi, av partiklar och gränssytor på nanometerskala. Experiment kan också utföras där man t.ex. följer kristallbildning in situ eller förändringar av ett material i realtid, under arbetsbelastning eller mycket extrema betingelser. Denna typ av experiment kommer att möjliggöra utveckling av nya avancerade material för många olika tillämpningar inom energi, miljö, transport, informationsteknik och medicin/hälsa. Synkrotronstrålningen från Petra III kompletterar den som ska användas vid MAX IV (under 30 keV) då MAX IV framför allt kommer att vara värdefull för studier av mjuka material och molekyler.

### Neutronspridning

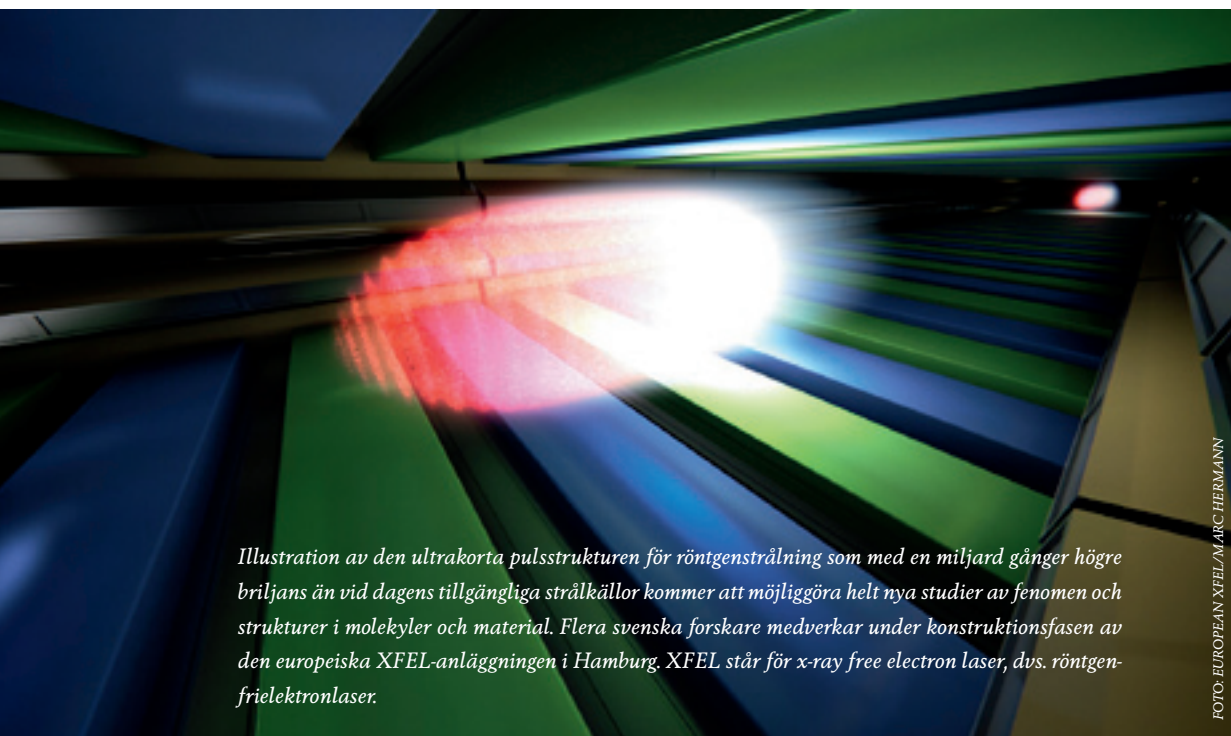
#### ESS – European Spallation Source

Vid ESS, en europeisk anläggning för forskning med hjälp av neutronspridningsteknik som planeras att byggas i Lund, kommer analyser av alla typer av material att kunna göras för att förstå hur de är uppbyggda och fungerar.



Forskningsområden och industrier som kommer att kunna utnyttja ESS finns inom material- och nanoteknik, kemi, molekylärbiologi, biomedicin, läkemedel, energiteknik, IT m.m. Anläggningen planeras att byggas i samma område som MAX IV i Lund, och tillsammans med anläggningarna XFEL och Petra III i norra Tyskland har Öresundsregionen goda möjligheter att utvecklas till ett världsledande centrum för forskning inom materialvetenskap, strukturbologi och övriga livsvetenskaper. Förhandlingar med potentiella medlemsländer pågår. Sverige bör ta till vara de möjligheter som ESS och MAX IV öppnar för internationell toppforskning genom riktade utlysningar av forskningsbidrag, forskarskolor och industrisamverkan.

En testanläggning för acceleratorutveckling relaterad till ESS är under uppbyggnad vid Uppsala universitet i samarbete med ESS och kan på sikt komma att breddas.



*Illustration av den ultrakorta pulsstrukturen för röntgenstrålning som med en miljard gånger högre briljans än vid dagens tillgängliga strålkällor kommer att möjliggöra helt nya studier av fenomen och strukturer i molekyler och material. Flera svenska forskare medverkar under konstruktionsfasen av den europeiska XFEL-anläggningen i Hamburg. XFEL står för x-ray free electron laser, dvs. röntgenfrielektronlaser.*

FOTO: EUROPEAN XFEL/MARC HERMANN

### Frielektronlasrar (FEL)

För studier av materials, molekylers och atomers struktur och egenskaper är ljus med olika våglängder, från infraröd- till mjukröntgenområdet, bland de mest användbara verktygen. Lasrar, röntgenrör och synkrotronljuskällor har varit kraftfulla verktyg för forskning under decennier. Med det kraftigt

ökade forskningsintresset för dynamiska processer ökar användningen av pulsade ljuskällor. Den senaste utvecklingen inom frielektronlaserforskning har lett till en revolution för dynamiska undersökningar. En FEL genererar oerhört kraftfulla och korta ljusblixtar av koherent strålning även inom röntgenområdet. Dessa acceleratorbaserade källor möjliggör helt nya experiment för att öka förståelsen av materiens uppbyggnad och dynamik.

Generellt kan man säga att frielektronlasrar vid accelerators med en elektronenergi mer än 5 GeV når upp till det hårda röntgenområdet (1 Å) och benämns då röntgenfrielektronlasrar (XFEL), medan de med lägre elektronenergi benämns ultraviolettfrielektronlasrar (UVFEL) eller röntgenultraviolettfrielektronlasrar (XUVFEL).

Globalt leds frielektronlaserutvecklingen av LCLS (14 GeV, 1,5 Å) i Stanford, USA, som inledde sin framgångsrika användarverksamhet redan 2008. En förnyad satsning, LCLS II, är under konstruktion. Även Japan, Korea, Schweiz och Italien satsar just nu stort på FEL-anläggningar.

Vid DESY i Hamburg byggs samtidigt flaggskeppet European XFEL (17,5 GeV, 1 Å), inom ett internationellt samarbete där Sverige deltar. Denna facilitet väntas producera ljus år 2016 och kommer då att vara den mest kraftfulla globalt sett. E-XFEL kommer att leverera tio miljarder gånger mer intensiv röntgenstrålning i ultrakorta blixtar på femtosekunds nivå än vad som finns tillgängligt i dag. De intensiva pulserna öppnar för en mängd experiment som man inte har kunnat genomföra tidigare och för helt nya frågeställningar inom nanovetenskap, strukturbologi, kondenserade materiens fysik och femtokemi, men även inom materialvetenskap och plasmafysik.

FEL-verksamheten vid DESY initierades för några år sedan då man beslöt att bygga en testanläggning, som sedan upphöjdes till användarfaciliteten FLASH. Där prövades tekniken ut som nu ligger till grund för E-XFEL.

Svenska forskare har varit involverade i både utvecklingen vid FLASH och deltagit i mätningar vid dess frielektronlaser. Även vid LCLS är svenska forskare aktiva och ett antal forskargrupper har deltagit i mätningar. Vetenskapsrådet har finansierat ett mindre laboratorium vid denna anläggning.

**Euro-FEL (f.d. IRUVX-FEL) – frielektronlasernätverk för infraröd- till mjukröntgenområdet**  
Det finns ett flertal mindre projekt kring frielektronlasrar i Europa med teknikutveckling och testanläggningar, vid bland annat MAX-lab i Lund, FERMI (Italien), HZB (Tyskland) och PSI (Schweiz). Vid FLASH i Tyskland finns fungerande frielektronlaser.

Euro-FEL, som ingår i ESFRI:s vägvisare, planeras som en distribuerad infrastruktur där flera nationella frielektronlaserfaciliteter ingår men där var och en kommer att bli specialiserad på en viss typ av studier så att de olika lasrarna på olika platser i Europa kompletterar varandra. Tanken är också

att de nya anläggningarna ska byggas i sekvens så att man kan testa och dra nytta av nya tekniska landvinningar från en anläggning när man planerar och bygger nästa. Detta skulle bli ett helt nytt sätt för europeisk forskning att dra nytta av en systematisk uppbyggnad både vad det gäller avancerad teknik och kompetens, samt ge god tillgänglighet till de nyaste teknikerna.

## e-vetenskap

### Databasstrategier för forskning

Förutsättningarna för att arbeta i distribuerade infrastrukturer har till stor del att göra med möjligheterna till geografiskt spridda beräkningar. Initiativ till utveckling av resurser för beräkningar och/eller överföring av data för forskning i distribuerade nät har tagits på en rad områden. Dessa innefattar medicin, samhällsvetenskap, humaniora, klimat och miljövetenskap. Expertgruppen för databasfrågor, DISC, och de nationella datatjänsterna för humaniora, samhällsvetenskap och medicin, SND, respektive klimat- och miljödata, ECDS (tidigare SND-KM) har en sammanhållande roll vad gäller databasutvecklingen. De utvecklingsbehov som finns kan grovt uppdelas i regler för åtkomst, lagring och hantering av gemensamma dataresurser, samt tekniska lösningar som medger ökat utnyttjande och bättre beräkningskapacitet. De distribuerade systemen handlar om gemensamt utnyttjande av såväl tekniska som mänskliga resurser.

I vissa fall krävs av effektivitetsskäl centralisering av dataresurserna. Satsningar som dessa kan ses inom exempelvis BBMRI för biobanksdata och MONA för samhällsvetenskapliga registerdata, där storskaliga databaser har byggts på befintliga resurser som i stort sett är centraliserade eller varit spridda på ett fåtal aktörer som med fördel kan byggas in i en gemensam struktur.

Vissa infrastrukturer har byggts upp som distribuerade system (t.ex. hälso- och sjukvårdens data om kvalitet i behandlingen av patienter) medan andra är spridda utan att vara samordnade överhuvudtaget, t.ex. forskningsdatabaser sammansatta av intervjudata och andra uppgifter, t.ex. registerdata eller hälsoundersökningar, eller texter och tal/ljud som använts inom språkvetenskaplig forskning. Den datastrategi som bör eftersträvas är att samordna dokumentationen och utveckla samt använda gemensam eller kompatibel teknik så att dessa resurser kan inlemmas i nationellt och internationellt gemensamma nätverk.

Juridiska aspekter på bl.a. ägande, patent, upphovsrätt, offentlighet och integritetsskydd spelar en avgörande roll för forskningens möjligheter att bygga gemensamma resurser. Här krävs ett betydande utvecklingsarbete för

att anpassa regelverken till en snabbt föränderlig situation och till nya behov av informationsbehandling. Infrastrukturarbetet bör delvis inriktas på att utveckla de delar av IT-rätten som är relaterade till forskningens behov. Angränsande områden som behöver granskas på bred front för fler vetenskapsområden är hur principer om öppen tillgänglighet (open access) ska tillämpas för forskningsdata i relation till patent och ägande/upphovsrätt, möjligheten att använda datanätverk som SUNET för överföring och/eller distansbearbetning av känsliga uppgifter m.m.

Utvecklingen av de tekniska lösningar som behövs för att effektivt kunna samutnyttja data i distribuerade/federerade system har endast nått förberedande stadier. Här behövs en betydande uppgradering och implementering genom utveckling av storskaliga system som kan binda samman noder med stora mängder av data utan att dessa behöver flyttas fysiskt och utan effektivitetsförluster vad gäller åtkomst och beräkningar.

Datastrategin inom varje område bör vara att resurserna ska göra tillgängliga för så många som möjligt och ska utvecklas för att kunna tillfredsställa behov inom breda och/eller särskilt viktiga forskningsområden.

### SNIC – Swedish National Infrastructure for Computing

Metacentret SNIC tillkom år 2002 och bildar en nationell infrastruktur för att tillhandahålla servicefunktioner för storskaliga beräkningar och datalagring för svenska forskare. Målet med SNIC:s verksamhet är att åstadkomma en effektiv användning av de tillgängliga resurserna och att erbjuda servicefunktioner anpassade till användarnas behov. I dag tillhandahålls dessa servicefunktioner av sex datorcentrum vid svenska universitet och högskolor, och tilldelning av resurserna hanteras nationellt av SNIC:s allokeringsskommitté. SNIC deltar också som den nationella aktören i större internationella samarbeten inom storskaliga beräkningar och datalagring.

Majoriteten av användarna finns inom traditionellt beräkningsintensiva områden som fysik och kemi, men under senare år har utnyttjandet av SNIC:s resurser både ökat och spritt sig till ett allt bredare spektrum av användargrupper. Speciellt gäller detta storskalig lagring av data, där t.ex. livsvetenskapernas behov växer kraftigt. En annan strukturell förändring är att behoven av SNIC:s resurser i allt större grad koordineras inom större konsortier av användargrupper, både inom ett spann av forskningsområden och inom andra forskningsinfrastrukturer. Ofta ingår dessa konsortier i sin tur i internationella samarbeten.

Under 2010 utvärderades SNIC av en internationell expertgrupp som bland annat pekade på vikten av strategisk planering och underströk att den nuvarande utvecklingen mot en integrerad metacenterorganisation med ett gemensamt och transparent gränssnitt mot de svenska forskarna bör fort-

sätta. De betonade också vikten av fortsatt utveckling av användarstödet, särskilt till användare inom nya områden. En förändring av SNIC:s organisation pågår, från och med 2012 kommer organisationen att drivas som en nationell infrastruktur inom ett värdunderstitet.

I SNIC:s landskapsdokument för åren 2010-2013 beskrivs planerna på en fortsatt uppbyggnad av beräkningsresurserna i form av basnivåsystem, större klusterresurser samt ett storskaligt HPC-system knutet till deltagande i ESFRI-initiativet PRACE. Dessutom planeras för fortsatt uppbyggnad av den nationella datalagringen inom SweStore och hur transparent tillgång till distribuerade beräknings-, analys- och modelleringsresurser ska ges genom servicefunktioner inom den svenska infrastrukturen för distribuerade datorresurser, SweGrid. I och med att SNIC övergår mot en mer renodlad serviceorienterad struktur kommer kopplingen mellan användarstöd och specifika SNIC-resurser att minska och användarstödet knyts i stället i högre grad till olika användargrupper, klasser av tillämpningar och stora användarkonsortier.

SNIC deltar också i arbetet med att bygga upp gemensamma nordiska beräkningsresurser i enlighet med Nordforsks aktionsplanen för nordisk e-vetenskap samt att undersöka möjligheten och lämpligheten att tillhandahålla vissa servicefunktioner, t.ex. i form av molntjänster, med hjälp av kommersiella leverantörer.

### **PRACE – Partnership for Advanced Computing in Europe**

Under de senaste åren har ett ökat behov av mycket storskaliga beräkningsresurser för både traditionellt beräkningstunga forskningsområden och för framväxande nya områden uppmärksammats både i USA och i Europa. Utvecklingen har dokumenterats i en rad rapporter och området bedöms få stor betydelse både för den framtida forskningen och för hela samhället. I Europa deltog SNIC aktivt i de tidiga diskussionerna om ett sammanhållet europeiskt ekosystem för storskaliga datorresurser, något som resulterade i konsortiet PRACE. 16 europeiska parter, deltar inklusive Sverige som representeras av Vetenskapsrådet/SNIC.

Målet är att göra det möjligt att tillfredsställa de mest krävande vetenskapliga behov som i dag är tänkbara (Grand challenges), vidga gränserna för forskarnas ambitioner och intensifiera utvecklingen av hård- och programvaruteknologi så att den når nya dimensioner med effekter utanför själva PRACE-initiativet. Detta kräver tillgång till ett stort urval av tillämpningar och datorsystem – inklusive de allra kraftfullaste som redan existerar. Ett huvudsyfte med satsningen är att tillhandahålla sådana resurser i Europa, och beräkningstid vid de två första mycket storskaliga PRACE-systemen har nyligen börjat utlysas. Genom Sveriges medverkan i PRACE görs dessa

resurser tillgängliga för svenska forskare, och SNIC har också initierat en speciell satsning på användarstöd för att hjälpa svenska forskargrupper att denna typ av massivt parallella datorsystem.

SNIC deltar i uppbyggnaden av PRACE bland annat med ett prototypsystem fokuserat på energieffektivitet och med en relativt omfattande insats för att anpassa tillämpningar till massiv parallellism. När det gäller resurserna med den allra högsta beräkningskapaciteten i PRACE kommer de av kostnadsskäl bara att kunna tillhandahållas av de största och mest resursstarka länderna, men SNIC har under 2010/2011 beslutat satsa på ett för svenska förhållanden mycket storskaligt beräkningssystem, bland annat för att kunna erbjuda svenska forskare ett trappsteg som underlättar effektiv användning av de allra största beräkningsresurserna i världen, t.ex. inom PRACE.

### NDGF och EGI (gridinfrastruktur)

Transparent och flexibel tillgång till distribuerade beräknings- och lagringsresurser utgör en nödvändighet för distribuerade forsknings- och forskningsinfrastruktursamarbeten, inom Sverige och internationellt. SNIC etablerade tidigt, tillsammans med ett konsortium lett av svenska forskare inom högenergifysik, det svenska grid-initiativet SweGrid som kontinuerligt utvecklas för att tillhandahålla denna typ av servicefunktioner för svenska forskare. SweGrid utgör också basen för det svenska deltagandet i internationella samarbeten som tillhandahåller distribuerade resurser i ännu större skala som det Europeiska initiativet EGI (European Grid Infrastructure). Det finns också ett sedan länge etablerat nordiskt samarbete inom området, och de nordiska ländernas deltagande i EGI koordineras av NDGF (Nordic DataGrid Facility). De resurser som koordineras av NDGF används i dag huvudsakligen av forskare inom högenergifysik men i samband med planerade framtida satsningar på nordisk e-vetenskap förväntas behoven växa kraftigt även inom andra områden.

Behovet av att kunna fjärrstyra och genomföra experiment på distans kommer att öka i och med de satsningar som genomförs på bland andra MAX IV-laboratoriet och ESS, vilket kommer att medföra att nya krav ställs på QoS (Quality of Service) i nätverken.

### SUNET – Swedish University Computer Network

SUNET har funnits sedan början av 1980-talet och har utvecklats från att inledningsvis vara ett forsknings- och utvecklingsprojekt till att bli en för högskolorna gemensam organisation och infrastruktur med uppgift att tillgodose universitetens och högskolornas behov av datakommunikation och datatjänster nationellt och internationellt. Styrelsen för SUNET utgör ett rådgivande organ inom Vetenskapsrådet med ansvar för SUNET:s verksamhet.



Sedan 2007 är SUNET:s senaste nät, kallat OptoSUNET, i drift. Det är ett nät som tillgodoser universitetens och högskolornas behov av generell internetkapacitet med hög tillgänglighet samtidigt som det tillgodoser enskilda forskares eller forskargrupperns behov av särskilda så kallade punkt-till-punkt förbindelser. OptoSUNET är ett framtidssäkert nät där de centrala delarna av nätet (fiberoptiska förbindelser och transmissionsutrustning) kommer att tillgodose behoven åtminstone till och med år 2015. Nätet är flexibelt och kan anpassas till nya behov och möjligheter utan att de centrala delarna behöver förändras.

Genom OptoSUNET har svensk forskning och högre utbildning ett nät som är en central del av den svenska e-infrastrukturen. SUNET är den enda vägen att nå forskningsnät som inte kan nås av vem som helst via internet. Nätet ger också universiteten och högskolorna möjlighet att kommunicera via det europeiska forskningsnätet Géant och med de dominerande forskningsnäten Internet2, Abilene, ESnet och NLR i USA. SUNET tillhandahåller den infrastruktur som är nödvändig för att knyta samman högpresterande datorer, datalagringsresurser och vetenskapliga databaser med varandra och med användarna.

Integreringen av SUNET:s verksamhet med övrig verksamhet inom Vetenskapsrådet, bör utvecklas mer i riktning mot ett ökat erfarenhetsutbyte avseende nätuppyggnad, hur distribuerade dator- och datalagringslösningar kan kopplas till satsningar på ökade kunskaper om säkerhetsmässiga, juridiska och etiska aspekter på forskning med data som lagras i olika databaser med olika regler. En sådan samverkan skulle också kunna leda till att SUNET får bättre kontakt med forskare som har riktigt höga krav på datakommunikation.

Det finns goda möjligheter att vidga användargruppen till att inkludera arkiv, bibliotek, museer och kulturmiljöinstitutioner. Det kräver i så fall en ökning av anslaget.

# APPENDIX 1 – PRESENTATION AV BEFINTLIGA OCH PLANERADE INFRASTRUKTURER

## Samhällsvetenskap och humaniora

### CESSDA Council of European Social Science Data Archives

Distribuerad infrastruktur för socialvetenskapliga data. Svensk Nationell Datatjänst, SND, är svensk part. Befintligt europasamarbete som planerar bilda CESSDA-ERIC under 2012.

### CLARIN Common language resources and technology infrastructure

Europeiskt initiativ för att skapa en infrastruktur för språkteknologi. CLARIN inbegriper både dataresurser och de teknologier och verktyg som behövs för att lagra, distribuera och arbeta med dataresurserna. Svenska forskare har deltagit i planeringen av den europeiska infrastrukturen, hur de svenska infrastrukturbehoven inom språkteknologi ska tillgodoses diskuteras under 2012.

### DARIAH – Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities

DARIAH verkar för att skapa en samordnad teknisk infrastruktur för att förbättra och understödja digitalt baserad forskning inom humaniora. Svensk Nationell Datatjänst (SND) har deltagit i förberedelsefasen som associerad partner och följer fortfarande utvecklingen i DARIAH.

### DC-net – Digital Cultural heritage NETwork

DC-net (Digital Cultural heritage) NETwork är ett ERA-net om digitalisering av kulturarvet som samordnas av Riksarkivet med stöd av en nationell referensgrupp med representanter från Riksarkivet, Riksantikvarieämbetet, SUNET och Vetenskapsrådet.

### DASISH – Data Service Infrastructure for the Social Sciences and Humanities

Paraplyorganisation för samordning av de fem ESFRI-initiativen inom samhällsvetenskap och humaniora, CESSDA, CLARIN, DARIAH, ESS och SHARE. Organisationerna ska i första hand samverka inom kvalitets-säkring av data, arkivering av data, tillgänglighet samt legala och etiska frågor.



FOTO: THONS/SCANPIX

*DC-net (Digital Cultural heritage) NETwork är ett ERA-net om digitalisering av kulturarvet som samordnas av Riksarkivet med stöd av en nationell referensgrupp med representanter från Riksarkivet, Riksantikvarieämbetet, SUNET och Vetenskapsrådet. Fotot visar detalj av folkdräkt från Boda i Dalarna.*

### ESS – European Social Survey

Inom ESS genomförs enkätundersökningar i syfte att digitalisera och tillgängliggöra sociala data för internationella jämförelser. Data samlas in vartannat år. Befintligt europasamarbete som planeras bilda ESS-ERIC under 2012.

### SND – Svensk Nationell Datatjänst

SND byggs sedan hösten 2007 upp vid Göteborgs universitet och ska inom fem till tio år ha fullständig information om centrala svenska data-

baser inom humaniora, medicin och samhällsvetenskap samt överblick över motsvarande databaser i andra länder. SND utvecklar metoder för dokumentation och tillgängliggörande av digitalt forskningsmaterial som motsvarar forskares krav på effektivitet och de krav som ställs på säkerhet och integritet. Genom sitt deltagande i internationella organisationer som IFDO, CESSDA, DARIAH och ICPSR ger SND svenska forskare tillgång till digitalt material från hela världen samt medverkar till att synliggöra svensk forskning internationellt. Forskare kan vända sig till SND för praktisk och juridisk rådgivning i samband med uppbyggnad av nya databaser.

## Miljövetenskaper

### ANAEE – Analysis and Experimentation on Ecosystem

ANAEE är ett infrastrukturinitiativ för experimentell ekologi som presenterades i ESFRI:s vägvisare från 2010. Syftet är att utveckla ett nytt koncept med en integrerad europeisk infrastruktur med kontrollerade experiment i såväl jord- och skogsbruksekosystem som naturliga ekosystem. Konceptet avser både experiment in situ och i ekotroner där delar av ekosystem studeras under kontrollerade förhållanden inomhus. Svenska forskare deltar i planeringen.

### ECORD – European Consortium for Ocean drilling

Sverige deltar i Integrated Ocean Drilling Program (IODP) genom det europeiska konsortiet för djuphavsborrning (ECORD). Den övergripande målsättningen med programmet är att utföra provtagning av havsbotten i alla havsområden och i alla typer av geologiska lagerföljder.

### EISCAT-3D – European Incoherent SCATter facility

EISCAT studerar framför allt hur solvinden interagerar med jonosfären med hjälp två högeffektsradarsystem, ett på fastlandet med sändare i Tromsø med mottagarstationer i Tromsø, Kiruna och Sodankylä och ett på Svalbard. Kina avser att bygga en tredje antenn på Svalbard. Huvudkontoret för EISCAT ligger i Kiruna.

EISCAT-3D från ESFRI:s vägvisare 2008 är en nödvändig utveckling av EISCAT som måste tas för att upprätthålla den vetenskapliga fronten.

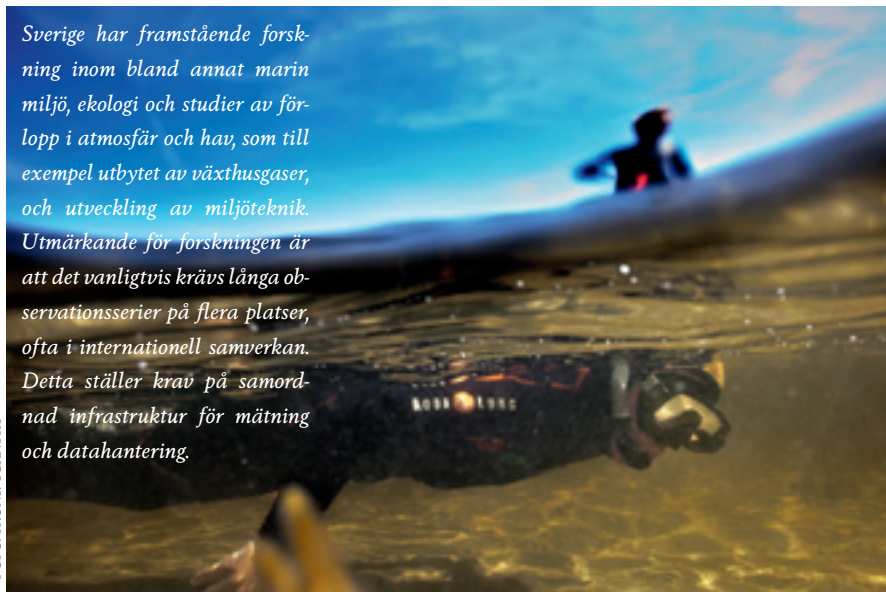
### EMBRC – European Marine Biology Research Centre

EMBRC är en infrastruktur som knyter samman kustnära marina laboratorier för genetiska studier och tillgång till modellorganismer. EMBRC presentera-

des i ESFRI:s vägvisare 2008 och har bidrag från EU-kommissionen för planeringsfasen. EMBRC koordineras från Sven Lovéncentret för marina vetenskaper vid Göteborgs universitet, vilket ger Sverige en ledande roll i projektet.

FOTO: FRONS/SCANPIX

*Sverige har framstående forskning inom bland annat marin miljö, ekologi och studier av förlopp i atmosfär och hav, som till exempel utbytet av växthusgaser, och utveckling av miljöteknik. Utmärkande för forskningen är att det vanligtvis krävs långa observationsserier på flera platser, ofta i internationell samverkan. Detta ställer krav på samordnad infrastruktur för mätning och datahantering*



### **EMSO – European Multidisciplinary Seafloor Observatory**

Målet med det djuphavsbaseerade observationssystemet EMSO är att utveckla och bygga ett flertal undervattensobservatorier för marin forskning inom biologi, vattenkemi, georisker mm. Planerat europasamarbete, svenska forskare deltar i planeringen.

### **EPOS – the European Plate Observing System**

EPOS mål är att skapa en europeisk infrastruktur för att studera rörelser i jordskorpan inklusive processer som styr jordbävningar, vulkanutbrott och tsunamis på lång sikt. EPOS presenterades i ESFRI:s vägvisare 2008 och planerar för det fortsatta arbetet med bidrag från EU:s sjunde ramprogram. Svenska forskare deltar i planeringen.

### **GBIF – Global Biodiversity Information Facility**

Ett globalt nätverk som verkar för att göra data och information om biologisk mångfald mer tillgänglig för vetenskaplig forskning. Inom det virtuella bibliotek som byggs upp samlas information om jordens alla arter. Uppgifter på molekylär, genetisk och ekologisk nivå samt på ekosystemnivå registreras.



### ICOS – Integrated Carbon Observation System

ICOS ska samordna och utveckla de europeiska mätningarna av koldioxidutbytet mellan mark och atmosfär. För detta projekteras mätstationer spridda över hela Europa. En svensk nod samordnas från Lunds universitet, de svenska forskarna deltar även i planeringen av den europeiska infrastrukturen.

### ICDP/SDDP – International Continental Drilling Program/ Swedish Deep Drilling Program

Inom det internationella djupborrningsprogrammet International Continental Drilling Program (ICDP), utvecklas en svensk infrastruktur, Swedish Deep Drilling Program (SDDP) med stöd av Vetenskapsrådet. Med djupborrnin studeras frågor som ofta har direkt ekonomisk och miljömässig koppling som t.ex. geotermisk energi och koldioxidavskiljning.

### IODP – Integrated Ocean Drilling Program

Sverige deltar i det internationella oceanborrningsprogrammet (IODP) genom det europeiska konsortiet för djuphavsborrnin (ECORD). Den övergripande målsättningen med programmet är att utföra provtagning i alla havsområden och i alla typer av geologiska lagerföljder. Det nuvarande programmet avslutas under 2012, diskussioner om hur ett nytt program ska utformas pågår.

### Lifewatch

Bygger upp och koordinerar infrastrukturer för forskning kring biodiversitet och hållbar utveckling. Fokus ligger på att utveckla system för modellering och datautbyte samt på att skapa nätverk mellan existerande övervakningssystem för biodiversitet. En svensk infrastruktur är under uppbyggnad, planerandet av europeiska Lifewatch pågår.

### LTER – Long Term Ecological Research

Europeiskt nätverk för långsiktiga ekologiska studier vid forskningsstationer. Vetenskapsrådet stödde svenska LTER:s inträde i det internationella LTER-nätverket under 2010, men har ännu inte fattat beslut om eventuell finansiering.

### Nordsim – Nordic Secondary Ion Mass Spectrometer

En samnordisk resurs för geologisk forskning som finns på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm. Instrumentet används inom flera grenar av geologin för att mäta sammansättningen av isotoper och grundämnen i prover.



### ECDS – Environment Climate Data Sweden (tidigare SND-KM)

Vetenskapsrådet har etablerat ett nationellt datacenter för klimat- och miljöforskning med SMHI som värd. ECDS ska bygga upp en nationell kapacitet som kan ta hand om metadata och vissa data från forskningsprojekt inom klimat- och miljöområdet i vid mening. Vidare ska datatjänsten stödja forskarnas och lärosätenas arbete med att skapa egna varaktiga databaser som uppfyller krav på standards och sökbarhet. ECDS är även en operativ resurs för Vetenskapsrådets fortsatta arbete med att öka forskarnas tillgänglighet till data.

### SIOS – Svalbard Integrated Observing System

Inom det norska infrastrukturinitiativet SIOS vill man integrera de forskningsaktiviteter som flera länder, mestadels europeiska, i dag utför på Svalbard samt utöka kapaciteten för forskning och observationer på och kring Svalbard. SIOS presenterades i ESFRI:s vägvisare 2008, svenska forskare deltar i planeringsfasen.

## Energi

### ECCSEL

Projekt för koldioxidlagring och -avskiljning från ESFRI:s vägvisare 2008. Inga svenska forskare deltar.

### EU-solaris

Projekt från ESFRI:s vägvisare från 2010 för utveckling och demonstration av möjligheten att använda koncentrerad solenergi från speglar för storskalig energiproduktion. Inga svenska forskare deltar.

### ITER

Fusionsanläggningen ITER blir bryggan mellan dagens plasmafysikstudier vid forskningsanläggningar och morgondagens energiproducerande fusionskraftverk. ITER byggs i södra Frankrike i samarbete mellan EU, Indien, Japan, Kina, Korea, Ryssland och USA. Sverige bidrar till uppbyggnaden av ITER huvudsakligen inom ramen för EU:s ramprogram, Euratom.

### JET – Joint European Torus

JET är världens hittills största och mest framgångsrika experimentanläggning för fusionsforskning. Anläggningen drivs som ett europeiskt samarbete inom ramen för EU:s ramprogram, Euratom.



FOTO: OXFORD SCIENCE ARCHIVE, SCANPIX

*Kärnfysikern och nobelpristagaren Enrico Fermi konstruerade världens första kärnreaktor på en squashbana vid University of Chicago 1942. Några decennier senare deltar svenska forskare i planeringen av en forskningsanläggning för blykyld acceleratorbaserad kärnteknik, MYRRHA, som i ESFRI:s vägvisare 2010 föreslås som en europeisk satsning. Vetenskapsrådet har efter intresseanmälan godkänt att en svenskt nationellt samordnad forskargrupping deltar i den gemensamma planeringen av anläggningen.*

### MYRRHA – Multi-purpose hybrid research reactor for high-tech applications

Målet med MYRRHA är att skapa en blykyld fjärde generationens forskningsreaktor. Projektet presenterades i ESFRI:s vägvisare från 2010, svenska forskare deltar i planeringen.

### Windscanner

Projekt från ESFRI:s vägvisare från 2010 som syftar till att utveckla en befintlig dansk infrastruktur för mätning och modellering av turbulens kring vindkraftverk. Inga svenska forskare deltar.

*Automatiserad hantering av t.ex. plattor och vätskor möjliggör att CBCS, Chemical Biology Consortium Sweden kan tillgodose ett brett nationellt behov av stöd för utveckling av bioaktiva småmolekyler.*



FOTO: CBCS

## Biologi och medicin

### BBMRI – Biobanking and Biomolecular Resources Infrastructure

BBMRI.se är den nationella svenska infrastrukturen för biobanker. Organisationen är under uppbyggnad och utgör den svenska noden i det planerade europasamarbetet BBMRI.eu.

### BILS – Bioinformatic Infrastructure for Life Sciences

Distribuerad forskningsinfrastruktur med noder i Linköping, Lund, Stockholm, Uppsala, Umeå och Göteborg. Vid noderna finns både generell bioinformatiksupport och specialiserad support. BILS tillhandahåller också data-lagring i nära samarbete med SNIC-centrum. BILS kommer att utgöra den svenska noden i det europeiska projektet ELIXIR.

### CBCS – Chemical Biology Consortium Sweden

Nationell svensk infrastruktur för kemisk biologi, som bland annat arbetar med framtagande av små organiska molekyler. Verksamheten är under uppbyggnad och koordineras från Karolinska institutet.

### EATRIS – European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine

Europeiskt nätverk av noder för translationell forskning, det vill säga att överföra kunskap från laboratorium till klinik. Från ESFRI:s vägvisare 2006.

### ECRIN – European Clinical Research Infrastructures Network

ESFRI-initiativ för att stärka infrastruktur för klinisk forskning.

### ELIXIR – European Life Sciences Infrastructure for Biological Information

Infrastruktur för insamling, lagring och tillhandahållande av data inom bioinformatik. Projektet är en utveckling av EBI (European Bioinformatics Infrastructure). Se även BILS.

### EMBL – European Molecular Biology Laboratory

EMBL:s verksamhet finns på fem orter i Europa och där bedrivs grundforskning och utbildning inom molekylärbiologi. Det är även möjligt för forskar-studerande att ta sin doktorexamen vid EMBL.

### ERINHA – European Research Infrastructure on Highly Pathogenic Agents (tidigare BSL4)

Europeisk infrastruktur för högsäkerhetslaboratorier från ESFRI:s vägvisare 2008. Smittskyddsinstitutet samordnar de svenska intressena.

### **Euro-bioimaging – Research Infrastructures for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences**

Europeisk infrastruktur under uppbyggnad för samordning, användarstöd och service kring faciliteter för biomedicinsk avbildning. Se även Swedish Bioimaging.

### **EU-Openscreen – European Infrastructure of Open Screening Platforms for Chemical Biology**

Europeisk distribuerad infrastruktur för screening-plattformar (high-throughput screening, bibliotek av kemiska verktyg, databas etc.) inom kemisk biologi. Se även CBCS.

### **INCF – International Neuroinformatics Coordinating Facility**

En internationell organisation, bildad på initiativ av OECD, med syftet att stärka neuroinformatikområdet. Sekretariatet finns vid Karolinska institutet.

### **INFRAFRONTIER – Infrastructure for Phenomefrontier and Archivefrontier**

Distribuerad europeisk infrastruktur för framtagande, karakterisering, distribuering och arkivering av genetiskt modifierade musstammar (sjukdomsmodeller). Målet är att förstå genernas funktion. En utredning om hur de svenska intressena inom området ska organiseras presenteras under 2012.

### **INSTRUCT – Integrated Structural Biology Infrastructure for Europe**

INSTRUCT är en europeisk distribuerad forskningsinfrastruktur inom strukturbioiområdet med målsättning att höja konkurrenskraften hos den europeiska strukturbioologiska forskningen.

### **ISBE – Infrastructure for Systems Biology Europe**

Förslag från ESFRI:s vägvisare 2010 för europeisk systembiologi. Genom att integrera excellenscentrum, dataresurser och modelleringsexpertis inom systembiologi skapas en resurs för forskare inom området. Svenska forskare deltar i planeringen.

### **MIMS – Laboratory for Molecular Infection Medicine Sweden**

Nationellt molekylärmedicinskt laboratorium med fokus på molekylär infektionsmedicin vid Umeå universitet. Sedan 2007 ingår laboratoriet tillsammans med FIMM i Finland och NCMM i Norge i samarbetet "Nordic EMBL Partnership for Molecular Medicine" och utgör en nod till det europeiska molekylärbiologiska laboratoriet, EMBL.



### MIRRI – Microbial Resource Research Infrastructure

Infrastruktur från ESFRI:s vägvisare 2010 med målet att organisera lagring och tillhandahålla expertis för bättre tillgänglighet av mikrobiella stammar för t.ex. bioteknologi, medicin och industriella processer inkluderande olika typer av biobränsle. För närvarande deltar inga svenska forskare i planeringen.

### SNISS – Swedish National Infrastructure for Large-scale Sequencing

Nationell distribuerad infrastruktur för storskalig DNA-sekvensering, under uppbyggnad i Stockholm och Uppsala.

### Swedish Bioimaging

Nationell infrastruktur för biomedicinsk avbildning. Nätverket samordnar avbildningsapparatur (PET, MRI etc.) och tillhandahåller användarservice. Under uppbyggnad, fler noder förväntas tillkomma. Se även Eurobioimaging.

## Fysik- och teknikvetenskaper

### ALMA – Atacama Large Millimetre Array

En radiointerferometer som byggs i Chile i samarbete mellan Europa (ESO), Nordamerika, Asien i samverkan med Chile. Målet med forskningen vid ALMA är att öka förståelsen av universums och galaxernas uppkomst och utveckling. Under uppbyggnad.

FOTO: CAMILLA JAROBSSON

*ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) är det mest komplicerade markbaserade astronomiska observatorium som människan någonsin byggt, och under 2011 öppnades ALMA officiellt för astronomer. ALMA är under uppbyggnad i Chile i samarbete mellan Europa (ESO), Nordamerika och Asien. Tusentals forskare runt om i världen har konkurrerat om att bli bland de första som får använda detta nya astronomiska verktyg. Målet är att utforska några av de mörkaste, kallaste, mest avlägsna och gömda hemligheterna i kosmos. Onsala rymdobservatorium utgör den svenska basen för medverkan i ALMA-projektet.*





## CERN

Det europeiska partikelfysiklaboratoriet, CERN, är världens ledande laboratorium för högenergifysik. Partikelacceleratorn LHC, där man studerar materiens minsta beståndsdelar för att bland annat försöka förstå hur universum bildades och vilka fundamentala krafter som styr vår värld, är från och med 2009 i drift. Svenska forskare deltar främst i experimenten ATLAS och ALICE.

### CLIC – Compact Linear Collider

Planerad linjär elektron-positronkolliderare som ska åstadkomma högre precision vid analys av partikelkollisioner än den som kan göras med CERN:s nya accelerator LHC vid motsvarande energier. Se även ILC. Projektet är på planeringsstadiet.

### CTA – Cherenkov Telescope Array

Planerad detektor för högenergetisk gammastrålning från rymden. Svenska forskargrupper har bildat ett konsortium med deltagare från Lund, Stockholm och Uppsala med syfte att delta i CTA. CTA inkluderades i ESFRI:s vägvisare 2008 och rekommenderas i astropartikelfysiknätverket ASPERA:s europeiska strategi liksom av astronominätverket ASTRONET.

### E-ELT – European Extremely Large Telescope

Ett planerat optiskt jätteteleskop som ska byggas i Chile inom ramen för samarbetet i det europeiska sydobservatoriet, ESO. Bland de primära målen för projektet är förståelsen av bildandet av galaxer och stjärnor i det tidiga universum, samt studier av extrasolära planeter.

### ESO – European Southern Observatory

En europeisk organisation för astronomisk forskning som driver stora observatorier i Chile. Sverige är ett av femton medlemsländer.

### EST/ISF – solteleskop

Institutet för solfysik, ISF, driver det svenska solteleskopet på kanarieön La Palma. EST, det europeiska solteleskopet är på planeringsstadiet.

### FAIR – Facility for Antiproton and Ion Research

Den europeiska anläggningen FAIR, som är under uppbyggnad i Tyskland, blir en världsledande acceleratoranläggning för hadron- och kärnfysik. Anläggningen ska användas för att förstå materiens inre struktur samt det tillstånd som existerade precis efter Big Bang innan varken atomer eller protoner och neutroner hunnit bildas. Sverige deltar i uppbyggnaden av

Vid ESO:s teleskop VLT (Very Large Telescope) på Paranal används rörliga hjälpteleskop som komplement till huvudteleskopen. De kan användas var för sig eller tillsammans för att bilda en jättelik s.k. interferometer som gör det möjligt att se upp till 25 gånger finare detaljer än med de enskilda teleskopen.

FOTO: CAMILLA JAKOBSSON



FAIR och kommer att och bidra med totalt 10 miljoner euro till konstruktionen. Uppbyggnaden sker i form av sex moduler, varav de fyra första är finansierade och gör det möjligt att inleda experiment inom alla planerade forskningsprogram. Modul 5-6 kan tidigast byggas omkring 2017. Samtliga svenska grupper inom kärn- och hadronfysik ger FAIR högsta prioritet och avser utföra huvuddelen av sin forskning där. Det finns också ett starkt intresse bland svenska atomfysiker att medverka, och flera grupper är djupt engagerade i projekt vid FAIR.

### Icecube

Världens ledande neutrinoteleskop, Icecube, består av ljuskänsliga detektorer som placeras djupt ned i Antarktis is och som täcker en volym av en kubikkilometer. Detektorn ska användas för observation av högenergetiska neutriner – en typ av svår-detekterbara elementarpartiklar – som bland annat gör det möjligt att "se" händelser extremt långt ut i universum. Forskningen syftar till att öka förståelsen av universums uppkomst och utveckling.

### ILC – International Linear Collider

Planerad linjär elektron-positronkolliderare som ska åstadkomma högre precision vid analys av partikelkollisioner än den som kan göras vid CERN:s accelerator LHC vid motsvarande energier. Se även CLIC. Projektet är på planeringsstadiet.

### ISOLDE – On-line Isotope Mass Separator

Vid ISOLDE studeras radioaktiva isotoper för ett brett forskningsprogram inom kärn-, atom-, astro- och fasta tillståndets fysik. Anläggningen finns på CERN.

### NOT – Nordiskt Optiskt Teleskop

Gemensamt nordiskt teleskop på La Palma, en av Kanarieöarna. Observatoriet används mer och mer för utbildningsändamål, om än i liten skala.

FOTO: ONSALA RYMDOBSERVATORIUM



*En svensk LOFAR-station vid Onsala rymdobservatorium invigdes hösten 2011. Forskningen vid Onsala handlar framför allt om att studera hur stjärnor och galaxer bildas.*

### Onsala rymdobservatorium

Svensk nationell anläggning. De två teleskoperna används både för enskilda observationer och tillsammans med radioteleskop i övriga världen för högupplösande långbasinterferometri (VLBI). Forskningen vid Onsala handlar framför allt om att studera hur stjärnor och galaxer bildas. Observatoriet utgör den svenska basen för medverkan i internationella radioastronomiprojekt som ALMA, APEX, LOFAR och SKA och utgör en svensk nod för geodesi.

### SKA – Square Kilometre Array

Nästa generations radioteleskop som blir ca 50 gånger känsligare än dagens anläggningar. Kommer att användas för studier av det tidiga universum inom fundamental fysik och kosmologi. Planerat globalt samarbete.

## Super-LHC

Uppgraderingen av acceleratoren Large Hadron Collider, LHC, vid CERN benämns super-LHC. I och med att acceleratoren uppgraderas måste även detektorerna byggas om för att klara den högre luminositeten.

## Materialvetenskap

### ESRF – European Synchrotron Radiation Facility

Europas största anläggning för produktion av synkrotronljus. Den intensiva strålningen gör det möjligt att studera material på atom- och molekylnivå. Sverige är delägare i ESRF genom det nordiska konsortiet Nordsync. ESRF uppgraderar experimentstationer och accelerator (2010–2015) för att möta ökande krav från forskarsamhället.

### ESS – European Spallation Source

Europeisk anläggning för forskning med hjälp av neutronspridningsteknik som planeras i Lund. Vid ESS kan analyser av alla typer av material göras för att förstå hur de är uppbyggda och fungerar. Forskningsområden och industrier som kommer att kunna utnyttja ESS finns inom material- och nanoteknik, kemi, molekylärbiologi, biomedicin, läkemedel, energiteknik, IT mm. I slutet av 2011 hade 17 länder deklarerat intresse av att delta i utvecklingen av ESS, förhandlingar om villkor pågår med potentiella medlemsländer.

### ILL

Institut Laue-Langevin, ILL, i Grenoble är världens i dag främsta neutronspreadsanläggning för studier av olika typer av material. Forskare som gör sina experiment vid ILL finns till exempel inom molekylärbiologi, fysik, kemi, materialvetenskap och miljöforskning.

### Euro-FEL

Europeiskt nätverk av frielektronlasrar inom infraröd- till mjukröntgenområdet (f.d. IRUVX-fel). Frielektronlasrar används för att öka förståelsen av materials, molekylers och atomers egenskaper genom att avbilda strukturer och följa olika dynamiska förlopp. Sverige deltar genom MAX-lab.

### ISIS

Spallationsanläggning för neutronspridning, i Oxfordshire. Forskare som gör sina experiment vid ISIS finns till exempel inom fysik, kemi, materialvetenskap och miljöforskning.

### **MAX IV-laboratoriet**

MAX-lab vid Lunds universitet är ett svenskt nationellt laboratorium för synkrotronljusforskning. Forskare som använder laboratoriet verkar inom till exempel materialvetenskap, strukturbologi, fasta tillståndets fysik, kemi, och geologi. Nästa steg är "framtidens ljuskälla", MAX IV.

### **Myfab**

Nätverk för mikrofabrikationslaboratorier vid Chalmers, Uppsala universitet och Kungliga tekniska högskolan. Nätverket stöds sedan 2003 av Vetenskapsrådet, Stiftelsen för strategisk forskning, Vinnova och Knut och Alice Wallenbergs stiftelse. Renrummen används både för forskningsändamål och inom industrin.

### **Nordsync**

Nordiskt konsortium för deltagande i den europeiska synkrotronljusanläggningen ESRF.

### **Petra III**

En tredje generationens synkrotronstrålningsanläggning i Hamburg. Sverige deltar i uppbyggnaden av en experimentstation inom ramen för ett tysk-svenskt forskningssamarbete inom framförallt materialvetenskap och strukturbologi.

### **Super-Adam**

Super-Adam är en uppgradering av reflektometern Adam vid neutronkällan ILL (Institut Laue-Langevin) i Grenoble. Instrumentet utnyttjar reflektion av neutroner från tunna skikt och ytstrukturer för att bland annat studera olika materials inre struktur och egenskaper.

### **XFEL – the European X-ray free electron laser facility**

Den europeiska röntgenfrielektronlasern XFEL är ett internationellt samarbetsprojekt där Sverige medverkar med stöd av Vetenskapsrådet. Anläggningen byggs i Hamburg och planeras vara klar 2014. XFEL förväntas kunna leverera tio miljarder gånger mer intensiv röntgenstrålning än vad som finns tillgängligt i dag.

## e-vetenskap

### NDGF – Nordic Datagrid Facility

Den nordiska datagridfaciliteten, NDGF, för beräkningsresurser, utnyttjar sammankoppling av datorer genom den så kallade gridtekniken.

### PRACE – Partnership for Advanced Computing in Europe

Europeiskt metacentrum för högpresterande datorsystem. Sverige deltar genom SNIC.

### SNIC – Swedish National Infrastructure for Computing

SNIC tillhandahåller beräknings-, analys- och modelleringskapacitet för forskning. SNIC består av de sex ledande centrumen för högpresterande datorsystem i Sverige. En ny organisation sjösätts i början av 2012.

### SUNET – Swedish University Computer Network

SUNET är en gemensam organisation och infrastruktur för främst universitet och högskolor med uppgift att tillgodose deras behov av nationell och internationell datakommunikation. SUNET driver även en rad tjänster utöver de grundläggande nättjänsterna. SUNET:s verksamhet finansieras av avgifter från anslutna organisationer och statsanslag. SUNET deltar även i internationella utvecklingsprojekt inom området e-vetenskap.



# APPENDIX 2 – LEDAMÖTER I RÅDET FÖR FORSKNINGENS INFRASTRUKTURER OCH DESS BEREDNINGSGRUPPER

## Rådet för forskningens infrastrukturer 2010–2011

Kerstin Eliasson, *ordförande* fr.o.m. 15 februari 2010

Madelene Sandström, *VD KK-stiftelsen*, ordförande t.o.m. 15 februari 2010

Marcus Aldén, *professor*, Lunds universitet, fr.o.m. 1 januari 2011

Anders Brändström, *professor* Umeå universitet, t.o.m. 31 december 2010

Erik Elmroth, *professor*, Umeå universitet, t.o.m. 31 december 2010

Claes Fransson, *professor* Stockholms universitet, t.o.m. 31 december 2010

Lena Gustafsson, *professor, biträdande generaldirektör* Vinnova, t.o.m. 30 juni 2010

Elisabet Engdahl, *professor*, Göteborgs universitet, fr.o.m. 1 januari 2011

Eva Lindencrona, *direktör* Vinnova, fr.o.m. 1 oktober 2010

Dick Heinegård, *professor* Lunds universitet

Erland Hjelmquist, *professor, huvudsekreterare* FAS

Susanne Holmgren, *professor* Göteborgs universitet, t.o.m. 31 december 2010

Ulf Karlsson, *professor* KTH, t.o.m. 31 december 2010

Anna Ledin, *professor, huvudsekreterare* Formas, t.o.m. 31 december 2010

Bengt H Ohlsson, *forskningssekreterare*, Formas, fr.o.m. 1 januari 2011

Håkan Olsson, *professor* Sveriges lantbruksuniversitet

Henrik Oscarsson, *professor* Göteborgs universitet

Juni Palmgren, *professor* Stockholms universitet och Karolinska institutet,  
t.o.m. 30 juni 2010

Ann-Christine Syvänen, *professor*, Uppsala universitet, fr.o.m. 1 oktober 2010

Kajsa Uvdal, *professor*, Linköpings universitet, fr.o.m. 1 januari 2011

Lars Wallentin, *professor*, Uppsala universitet, fr.o.m. 1 januari 2011

Barbro Åsman, *professor*, Stockholms universitet, fr.o.m. 1 januari 2011

### Huvudsekreterare

Lars Börjesson, *professor*, Chalmers, t.o.m. 30 juni 2010

Juni Palmgren, *professor* Stockholms universitet och Karolinska institutet,  
fr.o.m. 1 juli 2010

## Beredningsgrupper t.o.m. 31 mars 2011

### Beredningsgrupp 1 – infrastruktur för astronomi och subatomär forskning

Claes Fransson, Stockholms universitet, *ordförande*

Paula Eerola, Helsingfors universitet

Lars Bergström, Stockholms universitet

Sofia Feltzing, Lunds universitet

Tord Johansson, Uppsala universitet

Torbjörn Sjöstrand, Lunds universitet

### Beredningsgrupp 2 – infrastruktur för molekyl-, cell- och materialforskning

Ulf Karlsson, Kungliga tekniska högskolan, *ordförande* t.o.m. 31 december 2010

Dick Heinegård, Lunds universitet, *vice ordförande*, *ordförande* fr.o.m. 1 januari 2011

Inger Andersson, Sveriges lantbruksuniversitet

Anne Borg, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim

Jan-Otto Carlsson, Uppsala universitet

Urban Lendahl, Karolinska institutet

Tor Ny, Umeå universitet

Ingrid Reineck, Sandvik

Kajsa Uvdal, Linköpings universitet

### Beredningsgrupp 3 – infrastruktur för forskning om jorden och dess närmaste omgivning

Donal Murtagh, Chalmers, *ordförande*

Håkan Olsson, Sveriges lantbruksuniversitet, *vice ordförande*

Ulf Bämstedt, Umeå universitet

Mari Källersjö, Botaniska trädgården Göteborg

Torben Christensen, Lunds universitet

Bengt Ohlsson, Formas

Victoria Pease, Stockholms universitet

### Beredningsgrupp 4 – infrastruktur för e-vetenskap

Juni Palmgren, Karolinska institutet/Stockholms universitet, *ordförande* t.o.m. 30 juni 2010

Erik Elmroth, Umeå universitet, *vice ordförande*, *ordförande* fr.o.m. 1 juli 2010

Anders Brändström, Umeå universitet

Björn Halleröd, Göteborgs universitet

Dan Henningson, KTH

Jeanette Hellgren Kotaleski, KTH

Kersti Hermansson, Uppsala universitet

Jesper Tegnér, Karolinska institutet

## Beredningsgrupper fr.o.m. 1 april 2011

### Beredningsgrupp 1 – infrastruktur för astronomi och subatomär forskning

Göran Östlin, Stockholms universitet, *ordförande*

Paula Eerola, Helsingfors universitet, *vice ordförande*

Marcus Aldén, Lunds universitet

Melvyn Davies, Lunds universitet

Tünde Fülöp, Chalmers

Thomas Nilsson, Chalmers

Lennart Nordh, Rymdstyrelsen

Barbro Åsman, Stockholms universitet

### Beredningsgrupp 2 – infrastruktur för molekyl-, cell- och materialforskning

Jan-Otto Carlsson, Uppsala universitet, *ordförande*

Dick Heinegård, Lunds universitet, *vice ordförande*

John Eriksson, Åbo Akademi

Björgvin Hjörvarsson, Uppsala universitet

Tor Ny, Umeå universitet

Ingrid Reineck, Sandvik

Stacey Sörensen, Lunds universitet

Kajsa Uvdal, Linköpings universitet

Lars Wärngård, Vinnova

Xiaodong Zou, Stockholms universitet

### Beredningsgrupp 3 – infrastruktur för forskning om jorden och dess närmaste omgivning

Roland Roberts, Uppsala universitet, *ordförande*

Håkan Olsson, Sveriges lantbruksuniversitet, *vice ordförande*

Tim Fristedt, FOI

Jörg Gumbel, Stockholms universitet

Mari Källersjö, Botaniska trädgården Göteborg

Lena Neij, Lunds universitet

Auli Niemi, Uppsala universitet

Bengt Ohlsson, Formas

### Beredningsgrupp 4 – infrastruktur för e-vetenskap

Pär Strand, Chalmers, *ordförande*

Ann-Christine Syvänen, Uppsala universitet, *vice ordförande*

Dan Henningson, KTH

Mats Holmström, IRF Kiruna

Ebba Þóra Hvannberg, Islands universitet

Ingela Nyström, Uppsala universitet (fr.om. 15 september 2011)  
Fredrik Ronquist, NMR/GBIF  
Kenneth Ruud, Tromsö

#### Beredningsgrupp 5 – infrastruktur för människa, kultur och samhälle

Björn Halleröd, Göteborgs universitet, *ordförande*  
Kristina Alexanderson, Karolinska institutet, *vice ordförande*  
Gunnar Andersson, Stockholms universitet  
Elisabet Engdahl, Göteborgs universitet  
Erland Hjelmquist, FAS  
Håkan Karlsson, Göteborgs universitet  
Margareta Kristenson, Linköpings universitet

#### Ansvariga för guidearbetet vid Vetenskapsrådet:

Camilla Jakobsson, *koordinator, projektledare*  
Juni Palmgren, *huvudsekreterare*, Rådet för forskningens infrastrukturer  
David Edvardsson, *forskningssekreterare* beredningsgrupp 1  
Elin Swedenborg, *forskningssekreterare* beredningsgrupp 2  
Tove Andersson, *forskningssekreterare* beredningsgrupp 2  
Magnus Friberg, *forskningssekreterare* beredningsgrupp 3  
Mikael Borg, *forskningssekreterare* beredningsgrupp 4  
Eva Stensköld, *forskningssekreterare* beredningsgrupp 5  
Johan Holmberg, *forskningssekreterare*  
Per Karlsson, *forskningssekreterare/enhetschef*  
Kristina Sundbaum, *kommunikatör*

Rådet för forskningens infrastrukturer vill rikta ett stort tack till alla som bidragit till uppdateringen av guiden.

## APPENDIX 3 – REFERENSER

Denna utgåva av infrastrukturguiden har haft fyra huvudsakliga källor för uppdateringen:

1. Synpunkter som inkommit efter en remissförfrågan till universitet, högskolor och forskningsfinansiärer. Många synpunkter inkom också genom det webbforum som hölls öppet i september 2010 samt vid besök vid de större universiteten under hösten 2010.
2. Synpunkter som uppkommit i samband med beredning av ansökningar om infrastrukturbidrag.
3. Synpunkter som inkommit i samband med intresseanmälan för deltagande i förberedelsefasen av de europeiska projekt som ingår i ESFRI:s vägvisare från 2008 och 2010.
4. De utredningar som Vetenskapsrådet har gjort sedan förra utgåvan av infrastrukturguiden.

Alla inkomna synpunkter har bearbetats av rådet för forskningens infrastrukturer (RFI) och dess beredningsgrupper. Vetenskapsrådets tre ämnesråd och den utbildningsvetenskapliga kommittén (UVK) har beretts tillfälle att kommentera den tidigare utgåvan inklusive den bilaga som beskriver större förändringar 2008-2010 samt utkast på de huvudsakliga rekommendationer som rådet för forskningens infrastrukturer för fram i föreliggande rapport.

### Rapporter

Länkar: [www.vr.se](http://www.vr.se) > Forskningsinfrastruktur > Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen

Evaluation of The Database Infrastructure Committee (DISC)

International Evaluation of SNIC

Infrastruktur för fältbaserad forskning

En studie av investeringar i utrustning för forskning vid svenska universitet, rapport 2010:09

Report from the review of the MAX Laboratory, rapport 2010-05

Evaluation of the modified MAX IV proposal 2009, rapport 2010-12

International evaluation of Onsala Space Observatory, rapport 2010-07

Rättsliga förutsättningar för en databasinfrastruktur för forskning, rapport 2010:11

Konferensrapport: Global challenges – Regional opportunities: How can Research Infrastructure and eScience support Nordic competitiveness?

- A vision for strengthening world-class research infrastructures in the ERA  
ESFRI implementeringsrapport  
ESFRI Strategy Report on Research Infrastructures, roadmap 2010  
ESFRI WGR on evaluation of RIs, 2011  
European Roadmap for Research Infrastructures. ESFRI Report 2008  
Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen. Vetenskapsrådets rapport  
II:2007.  
Bilaga med kompletteringar till Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen,  
vad har hänt 2008-2010
- Synpunkter på förra utgåvan av Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen  
Länkar: [www.vr.se](http://www.vr.se) > Forskningsinfrastruktur > Vetenskapsrådets guide till  
infrastrukturen >  
Remissvar från lärosäten och forskningsfinansiärer  
Webbforum: "Tyck till om framtidens infrastruktur"



# APPENDIX 4 – AKRONYMER OCH ORDFÖRKLARINGAR

ALMA	Atacama Large Millimeter Array, radioteleskop under uppbyggnad i Chile.
ANAE	Analysis and Experimentation on Ecosystem, europeisk infrastruktur för experimentell ekologi.
BBMRI	Biobanking and Biomolecular Resources Infrastructure, europeisk infrastruktur för hantering av biologiska prover.
BILS	Bioinformatic Infrastructure for Life Sciences, svensk infrastruktur för bioinformatik.
BLARK	Basic Language Resource Kit, basresurser (data och program) som används inom språkteknologi.
BNP	Bruttonationalprodukt.
CBCS	Chemical Biology Consortium Sweden, infrastruktur för kemisk biologi och framställning av små organiska molekyler.
CERN	European Organization for Nuclear Research, anläggning för partikelfysikexperiment utanför Genève.
CESSDA	Council of European Social Science Data Archives, distribuerad infrastruktur för data inom samhällsvetenskaperna.
CLARIN	Common Language Resources and Technology Infrastructure.
CLIC	Compact Linear Collider, möjlig framtida accelerator vid CERN, på planeringsstadiet.
DARIAH	Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities.
DISC	Database Infrastructure Committee, Vetenskapsrådets expertgrupp inom databasfrågor.
DNA	Deoxyribonukleinsyra, bärare av den ärftliga informationen i generna.
EATRIS	Planerat europeiskt nätverk av noder för translationell forskning.
EBI	European Bioinformatics Institute, del av det europeiska molekylärbiologiska laboratoriet EMBL.

ECDS	Environment Climate Data Sweden, infrastruktur för bevarande och tillgängliggörande av data från svensk klimat- och miljöforskning. Tidigare SND-KM.
ECORD	European Consortium for Oceanic Research Drilling. Sverige deltar i djuphavsborrningsprogrammet Integrated Ocean Drilling Program (IODP) genom ECORD.
ECRIN	European Clinical Infrastructure Network.
E-ELT	European Extremely Large Telescope, nästa generations europeiska jätteteleskop.
EISCAT	European Incoherent Scatter facility, nätverk av radarstationer på Nordkalotten, EISCAT-3D planeras.
ELIXIR	European Life Science Infrastructure for Biological Information, europeisk bioinformatikinfrastuktur.
EMBL	Europeiska molekylärbiologiska laboratoriet.
EMBRC	European Marine Biological Resource Centre, europeisk infrastruktur för marinbiologiska data.
EMSO	European Multidisciplinary Seafloor Observatory, djuphavsbaserat observationssystem.
EPOS	European Plate Observing System.
ESFRI	European Strategy Forum on Research Infrastructures, europeiskt samarbetsorgan för forskningsinfrastruktur.
ESO	Europeiska sydobservatoriet, driver teleskop i Chile.
ESRF	Europeiska synkrotronljuskällan, ligger i Grenoble.
ESS	1) European Social Survey, enkätundersökningar för internationella jämförelser inom socialvetenskap. 2) European Spallation Source, planerad anläggning för materialstudier med hjälp av neutronspridningsteknik.
EST	Planerat europeiskt solteleskop.
EuroFEL (f.d. IRUVX-fel)	Planerat frielektronlasernätverk för infraröd- till mjukröntgenområdet.
EU-solaris	The European SOLAR Research Infrastructure for Concentrating Solar Power, planerad infrastruktur för solenergi.
FAIR	Facility for Antiproton and Ion Research, anläggning för kärn-och hadronfysikexperiment, under uppbyggnad i Tyskland.
Femtosekund	En miljondels miljarddels sekund, femto = $10^{-15}$ .

Fenotypning	Karakterisering av en organism genom att beskriva dess egenskaper, fenotyp = genotyp + miljö.
Fluxnet	Globalt nätverk för mätningar av utbytet av koldioxid, vattenånga och värmeenergi mellan atmosfären och olika ekosystem.
Ganil	Grand Accélérateur d'Ions Lourds, anläggning i Caen för radioaktiva jonstrålar.
GBIF	Global Biodiversity Information Facility, globalt nätverk för att göra data om biologisk mångfald tillgänglig för forskning.
GeV	Gigaelektronvolt, enhet för energi. $G = 10^9$ .
Hadron	Starkt växelverkande subatomär partikel.
IcCube	Neutrino teleskop på sydpolen.
ICOS	Integrated Carbon Observation System, planerat system för att samordna och utveckla de europeiska mätningarna av koldioxidutbytet mellan mark och atmosfär.
ICPSR	Inter-University Consortium for Political and Social Research.
IFMIF	International Fusion Materials Irradiation Facility, planerad testanläggning för fusionsrelevanta material.
IFDO	International Federation of Data Archives.
ILC	International Linear Collider, världsomspännande samarbete för nästa generations partikelaccelerator.
ILL	Institut Laue-Langevin, neutronspridningsanläggning i Grenoble.
INCF	International Neuroinformatics Coordinating Facility, infrastruktur för neuroinformatik.
INFRAFRONTIER	Planerad europeisk infrastruktur för genetiskt modifierade musstammar.
In situ	Inom medicin och biologi menas undersökning på plats i vävnaden.
Interact	International Network for Terrestrial Research and Monitoring in the Arctic, EU-finansierat
In vivo	Studier av processer i celler och vävnader i en levande organism.
IODP	Integrated Ocean Drilling Program, internationellt oceanborrningsprogram för provtagning i alla havsområden.
ISBE	Infrastructure for Systems Biology Europe.
ISF	Institutet för solfysik.

ISIS	Neutronspridningsanläggning utanför Oxford.
ISOLDE	Isotope Separator On Line, anläggning för radioaktiva jonstrålar vid CERN.
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor, internationell testreaktor för fusion, under uppbyggnad i Frankrike.
ITPS	Institutet för tillväxtpolitiska studier.
JET	Experimentanläggning för fusionsforskning.
KAW	Knut och Alice Wallenbergs stiftelse – finansierar av bl.a. infrastruktur för forskning.
LHC	Large Hadron Collider, stor partikelaccelerator vid CERN, togs i drift 2009.
Lifewatch	Koordinering av infrastrukturer för forskning kring biodiversitet och hållbar utveckling inom Europa.
Lofar	LOW Frequency ARray, radioteleskop som drivs från Nederländerna, Onsala är svensk part.
LTER	Long Term Ecological Research Network.
MAX-lab	Synkrotronljusanläggning i Lund, fasas in i nya MAX IV.
MeV	Megaelektronvolt, enhet för energi, $M = 10^6$ .
MIMS	The Laboratory for Molecular Infection Medicine Sweden, laboratorium för infektionsmedicin vid Umeå universitet. Ingår som svensk nod i det nordiska EMBL-samarbetet inom molekylärmedicin.
MIRRI	Microbial Resource Research Infrastructure.
MONA	Microdata Online Access, system för extern åtkomst av data hos Statistiska centralbyrån.
MW	Megawatt, enhet för effekt.
Myfab	Nätverk för mikrofabrikationslaboratorier.
MYRRHA	Multi-purpose hybrid research reactor for high-tech applications, forskningsreaktor.
Nanometer	En miljarddels meter, $nano = 10^{-9}$
NDGF	Nordic Data Grid Facility, organisation för nordiskt samarbete kring gridteknologi och gridanvändning.
Nordsim	Nordic Secondary Ion Mass spectrometer, instrument som används inom geologin för mätning av isotop- och grundämnessammansättning. Placerat på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm.

Nordsync	Nordiskt konsortium för deltagande i den europeiska synkrotronljusanläggningen ESRF.
Nordunet	Samarbetsorganisation för de nordiska ländernas universitetsdatanät.
NOT	Nordiskt optiskt teleskop på kanarieön La Palma.
Nustar	Nuclear STructure, Astrophysics and Reactions, ett internationellt samarbete inom kärn- och astrofysik.
Petra III	Tysk synkrotronljusanläggning.
PRACE	Partnership for Advanced Computing in Europe – ett europeiskt samarbete kring användning av högpres-terande datorer.
RNA	Ribonukleinsyra, molekyler som styr gens aktivitet genom att överföra genetisk information från DNA till protein.
SGU	Sveriges Geologiska Undersökningar.
SHARE	Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe.
SIOS	Svalbard Integrated Arctic Earth Observing System.
SKA	Square Kilometre Array, planerat radioteleskop.
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet.
SND	Svensk Nationell Datatjänst, infrastruktur för forskning inom samhällsvetenskap, medicin och humaniora.
SND-KM	se ECDS
SNIC	Swedish National Infrastructure for Computing, infrastruktur för beräknings-, analys- och modelleringsresurser.
SNISS	Swedish National Infrastructure for Large-Scale Sequencing, infrastruktur för storskalig DNA-sekvensering.
STED	Stimulated Emission Depletion, typ av högupplösande mikroskopi.
STM	Scanningelektronmikroskopi.
SUNET	Svenska universitetsdatanätet.
Super-Adam	Svenskt instrument vid neutronforskningsanläggningen ILL i Grenoble.
Swegrid	En organisation som i samarbete med SNIC utvecklar och testar gridteknologi samt bygger upp resurser för användning av gridteknik i Sverige.
Sweimp	Swedish Infrastructure for Mouse Phenotyping, planerad svensk nod till INFRAFRONTIER.

Synthesys	Ett samarbete mellan naturhistoriska samlingar och botaniska trädgårdar i Europa.
TEM	Transmissionselektronmikroskopi.
TeV	Teraelektronvolt, enhet för energi, $T=10^{12}$ .
Windscanner	Infrastruktur för mätning av vind och turbulens kring vindkraftverk.
XFEL	X-ray Free Electron Laser facility, europeisk röntgenfrielektronlaser under uppbyggnad i Tyskland.
Å	Ångström (0,1 nm), längdenhet.



Miljöer för forskning med högklassig infrastruktur är centrala för forskningens utveckling och genererar också idéer för innovationer, påverkar samhällsklimatet och ger incitament för begåvningar att söka sig dit.

Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen ger en överblick av svensk forsknings långsiktiga behov av forskningsinfrastruktur för forskning av högsta kvalitet inom alla vetenskapsområden. Guiden behandlar förslag på nya infrastrukturer som nått en sådan vetenskaplig, teknisk och organisatorisk mognadsgrad att det är dags att ta ställning till om de ska förverkligas. Vidare rekommenderas nya infrastrukturprojekt eller områden där svensk forskning skulle ha stor nytta av ökad nationell och/eller internationell samordning.

Med forskningsinfrastruktur menas centrala eller distribuerade forskningsanläggningar, databaser eller storskaliga beräknings-, analys och modelleringsresurser.

Den första utgåvan av Vetenskapsrådets guide till infrastrukturen publicerades 2006 och en uppdaterad version gavs ut vid årsskiftet 2007/2008. Detta är den tredje utgåvan av guiden som har tagits fram av rådet för forskningens infrastrukturer och dess beredningsgrupper i ett omfattande konsultationsarbete som inbegripit ämnesråden vid Vetenskapsrådet, andra forskningsfinansiärer, universitet och högskolor samt olika forskargrupperingar.



Västra Järnvägsgatan 3 | Box 1035 | 101 38 Stockholm | Tel 08-546 44 000 | [vetenskapsradet@vr.se](mailto:vetenskapsradet@vr.se) | [www.vr.se](http://www.vr.se)

Vetenskapsrådet är en statlig myndighet som ger stöd till grundläggande forskning av högsta vetenskapliga kvalitet inom alla vetenskapsområden. Utöver forskningsfinansiering arbetar myndigheten med strategi och analys samt forskningskommunikation. Målet är att Sverige ska vara en ledande forskningsnation.

---

ISSN 1651-7350

ISBN 978-91-7307-200-7

---