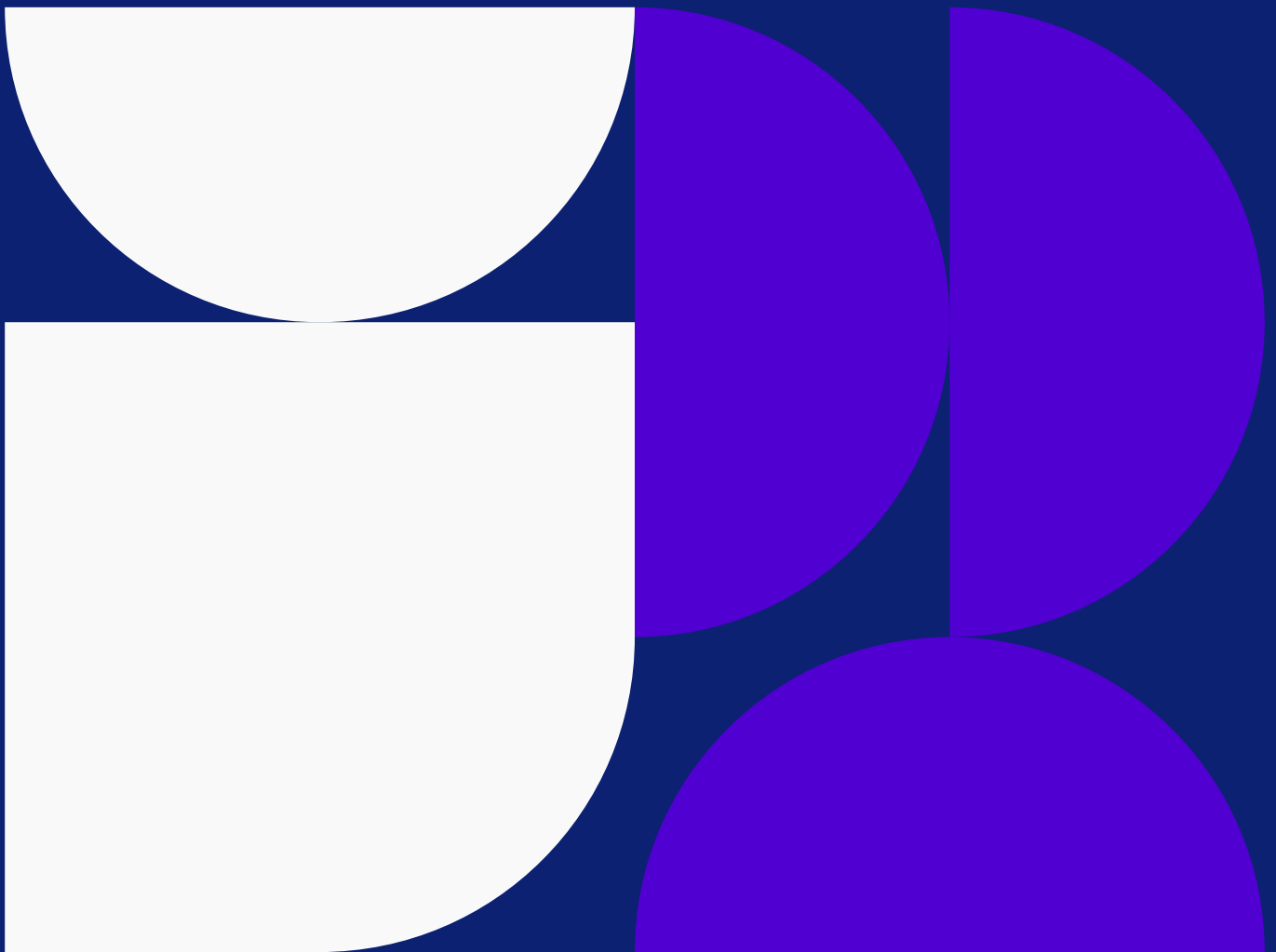


Vetenskapsrådets guide till forskningsinfrastrukturen 2023



Vetenskapsrådets guide till forskningsinfrastrukturen 2023

VR 2309
Dnr 2022-06101
ISBN 978-91-88943-87-3

Swedish Research Council
Vetenskapsrådet
Box 1035
SE-101 38 Stockholm, Sweden

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
Förord	5
Sammanfattning	6
1 Forskningsinfrastruktur av nationellt intresse	8
1.1 Inledning	8
Läshänvisning	9
1.2 Vetenskapsrådets arbete med forskningsinfrastruktur	10
1.3 Vetenskapsrådets definition av forskningsinfrastruktur av nationellt intresse	10
1.4 Olika typer av infrastrukturer	11
1.4.1 Nationella infrastrukturer.....	11
1.4.2 Internationella infrastrukturer	12
1.4.3 Storskaliga forskningsinfrastrukturer i Sverige	12
1.5 Prioritering av forskningsinfrastruktur av nationellt intresse	14
1.5.1 Behovsinventering och riktad utlysning	14
1.6 Medlemskap i internationell forskningsinfrastruktur och internationell finansiering	16
1.6.1 Internationella infrastrukturer och geopolitiskt säkerhetsläge	17
1.7 Vetenskapsrådets finansiering av forskningsinfrastruktur	18
1.8 Metod- och teknikutveckling och leveranser till forskningsinfrastrukturer	21
1.9 Samhällsutmaningar och samhällsrelevans.....	24
1.10 Näringsliv och offentlig sektor som användare, utvecklare och leverantörer	25
1.11 Öppen tillgång till forskningsdata.....	26
1.12 Behov av information, utbildning och karriärvägar inom forskningsinfrastruktur.....	28
1.12.1 Informationsbehov	28
1.12.2 Utbildningsbehov.....	29
1.12.3 Karriärmöjligheter	29
2 Rekommendationer och strategiska utvecklingsområden 2023–2026 31	31
2.1 Samordna aktörer för en god och långsiktig finansiering av forskningsinfrastruktur.....	31
2.2 Beakta infrastrukturers hela livscykel vid prioritering och finansiering... 32	32
2.3 Stärk kopplingen mellan forskning och forskningsinfrastruktur inom alla vetenskapsområden.....	33
2.4 Skapa tydliga karriärvägar och kompetensutveckling för personal vid forskningsinfrastrukturer	34
2.5 Verka för ökad nytta av svenskt medlemskap i internationell forskningsinfrastruktur.....	34
2.6 Tillvarata potentialen av storskalig infrastruktur i Sverige.....	36
2.7 Utveckla bidrags- och finansieringsformer för behov inom olika forskningsområden	37
2.8 Ge bättre förutsättningar för forskning genom öppen tillgång till forskningsdata.....	38
2.9 Utveckla samordning och prioritering av forskningsinfrastrukturer av nationellt intresse	39

3	Utveckling och behov inom ämnesområden.....	40
3.1	e-infrastruktur	41
3.2	Humaniora	44
3.3	Samhälle och individ	48
3.4	Life science	51
3.5	Material och livets byggstenar	56
3.6	Universums minsta beståndsdelar.....	58
3.7	Rymden.....	62
3.8	Jorden, klimat och miljö	65
3.9	Teknik och energi	69
4	Appendix 1. Tabell över infrastrukturer	72

Förord

Forskningsinfrastruktur har inte sällan en avgörande betydelse för att högkvalitativ forskning ska kunna genomföras och för att Sverige fortsatt ska vara en internationellt konkurrenskraftig forskningsnation behövs långsiktiga, attraktiva och hållbara satsningar. Vetenskapsrådet finansierar idag en betydande andel av de nationella och internationella forskningsinfrastrukturer som används av svenska forskare, men även andra forskningsfinansiärer samt lärosäten bidrar till finansieringen av forskningsinfrastruktur.

Vetenskapsrådets guide till forskningsinfrastrukturen vänder sig både till forskarsamhället och till forskningspolitiken och beskriver de strategiska bedömningar och rekommendationer som Vetenskapsrådet anser vara nödvändiga för att svenska forskare inom alla forskningsområden även fortsatt ska ha tillgång till modern och högkvalitativ forskningsinfrastruktur. Bland annat är satsningarna på de storskaliga infrastrukturerna i landet – ESS, MAX IV och EISCAT-3D – av stor vikt för Sverige och vår internationella synlighet. Det är även centralt att infrastrukturen för beräknings- och lagringsresurser, NAISS, fortsatt ges goda förutsättningar att stötta svensk forskning.

De senaste årens utmaningar i form av exempelvis Covid-19-pandemin, det geopolitiska läget och det allvarliga kostnadsläget har gjort att förutsättningarna för många infrastrukturer snabbt förändrats. Vi behöver stärka långsiktigheten i finansieringen, ha en större flexibilitet för att hantera kostnadsfluktuationer men också säkerställa att infrastruktursatsningar sker i ökad samverkan med lärosäten, näringsliv, offentlig sektor och andra forskningsfinansiärer samt att de samordnas med större satsningar på forskning. Vidare, för att bredda nyttan ytterligare, och ge återbäring i form av kunskap och finansiella resurser, behöver satsningar med fokus på utveckling och konstruktion av avancerade komponenter öka. För att ytterligare öka forskares intresse att bidra till utveckling och drift av infrastrukturen behöver karriärmöjligheter inom infrastrukturerna stärkas vid våra lärosäten.

Guiden syftar också till att ge en bild av Vetenskapsrådets arbete med prioritering och finansiering av forskningsinfrastruktur, däribland hantering av forskningsinfrastrukturers livscyklar och den komplexitet som det innebär. Utöver nämnda syften utgör föreliggande guide ett underlag i Vetenskapsrådets fortsatta strategiska arbete mot kommande forskningsproposition och för fortsatt dialog med forskarsamhället, lärosätena och andra intressenter.

Stockholm, 1 april 2023

Björn O Nilsson

Ordförande, Rådet för
forskningens infrastrukturer

Lisbeth Olsson

Huvudsekreterare, Rådet för
forskningens infrastrukturer

Sammanfattning

Föreliggande guide har tagits fram av Vetenskapsrådets råd för forskningens infrastrukturer, RFI i syfte att belysa vad som behövs för att säkra svenska forskares tillgång till högklassig infrastruktur vilket är en förutsättning för att Sverige fortsatt ska vara en internationellt konkurrenskraftig forskningsnation. I guiden presenteras nio rekommendationer som alla bedöms bidra till detta. I guiden ges också ett antal förslag som syftar till att förbättra arbetet med att såväl identifiera behov av ny forskningsinfrastruktur av nationellt intresse som med att prioritera satsningar på forskningsinfrastruktur. Med en ansträngd ekonomi, bland annat som följd av det geopolitiska läget och post-pandemieffekter, blir långsiktiga strategiska prioriteringar allt viktigare. Vidare betonas vikten av svenskt utbyte, vad gäller såväl kunskap och kompetens som ekonomisk återbäring, via Sveriges medlemskap i internationella forskningsinfrastrukturer. Slutligen beskrivs, områdesvis, det forskningsinfrastrukturlandskap svenska forskare har tillgång till och dess behov av fortsatt utveckling.

Satsningarna på de stora forskningsinfrastrukturerna i Sverige – den europeiska spallationskällan ESS, synkrotronljusanläggningen MAX IV, radaranläggningen EISCAT-3D och beräkningsinfrastrukturen NAISS – är mycket omfattande och av stor vikt för Sverige och vår internationella synlighet. Satsningar på e-infrastruktur är viktiga för de flesta forskningsinfrastrukturer där krav på beräkningskapacitet, lagringsresurser, användarstöd, säkerhet och internationellt samarbete behöver tillgodoses. Här behöver bland annat stöd till forskare och lärosäten inom hela e-infrastrukturuområdet koordineras bättre än idag,

En förstärkt satsning på dessa stora infrastrukturer har skett sedan 2018 års guide, men såväl långsiktigheten i finansieringen som nyttan för det svenska forskarsamhället och samhällsutvecklingen måste fortsatt säkerställas. I kapitel 2 i föreliggande guide beskrivs nio rekommendationer (se nedan för en summering), om vad som behöver ske för att säkra långsiktig finansiering och nyttjande av forskningsinfrastruktur av nationellt intresse.

Summering av rekommendationerna i guiden

1. Det behövs långsiktigt säkrade anslag avsedda för forskningsinfrastruktur, bland annat för att Vetenskapsrådet ska kunna hantera ökade kostnader i såväl nationell som internationell forskningsinfrastruktur. Nya satsningar på forskningsinfrastruktur ska ta utgångspunkt i strategiska överväganden och identifieras genom en behovsinventering med bred förankring.
2. Då majoriteten av forskningsinfrastrukturerna har en mycket lång livscykel, finns behov av att kunna förändra såväl form av som nivå på

stöd under livscykeln. För att möjliggöra arbetet med utveckling och prioritering av forskningsinfrastruktur, då olika behov ställs mot varandra, är det av stor vikt att forskningsinfrastrukturerna utvärderas och vägs mot forskningens behov och utvecklingen i hela landskapet av infrastrukturer.

3. När forskningsfronten drivs framåt uppkommer också förändrade och nya behov av forskningsinfrastruktur, vilket behöver uppmärksammas i processerna som styr finansiering och prioritering av densamma. Vetenskapsrådet arbetar för att uppmärksamma infrastrukturbehov inom alla vetenskapsområden.
4. För att intressera de bäst lämpade forskarna till en forskningsinfrastruktur behövs attraktiva karriärvägar. Möjlighet till kompetensutveckling behöver öka för att möta behovet av avancerat användarstöd vid infrastrukturerna.
5. Sverige ska verka för att medlemskapen i internationella forskningsinfrastrukturer ska ge mer tillbaka i form av såväl kompetens som ekonomisk tillväxt. De prioriteringar som behovsinventering och utvärderingar leder fram till bör ingå i de avvägningar som görs om de internationella forskningsinfrastrukturerna.
6. Storskalig infrastruktur i Sverige som ESS, MAX IV, SciLifeLab och NAISS har stor potential för svenska forskare och svenskt näringsliv. Långsiktiga resurser för deras drift och utveckling behöver säkras från regeringen, lärosätena och andra intressenter. Krav på högsta internationella standard behöver ställas på verksamheten.
7. Eftersom olika forskningsområden och olika faser av en infrastrukturens livscykel har olika finansieringsbehov behöver nya bidragsformer introduceras så att finansieringen svarar mot dessa behov.
8. Särskilda finansiella satsningar behöver göras för att infrastrukturer ska kunna anpassa sig till och stödja ett ökat öppet tillgängliggörande av forskningsdata. Arbeta mot öppen tillgång av forskningsdata måste ske samordnat och i samverkan mellan lärosäten, forskningsinfrastrukturer och forskningsfinansiärer. I anpassningen av svensk lagstiftning behöver man ta hänsyn till förutsättningar för forskningen att nyttja existerande data.
9. Ökad och breddad samordning av arbetet med forskningsinfrastrukturer med fokus på en strategisk agenda som engagerar forskarsamhället och andra aktörer gör Vetenskapsrådet till en starkare forskningspolitisk rådgivare i frågor om forskningsinfrastruktur.

1 Forskningsinfrastruktur av nationellt intresse

1.1 Inledning

Vetenskapsrådets guide till forskningsinfrastrukturen 2023 är Vetenskapsrådets vägvisare för Sveriges långsiktiga behov av forskningsinfrastruktur och riktar sig till forskarsamhället och forskningspolitiken. Målsättningen med guiden är att peka på behov, utmaningar och möjligheter avseende forskningsinfrastruktur i syfte att stärka Sverige som forsknings- och kunskapsnation. Regeringen har uppdragit åt Vetenskapsrådet att stödja, planera och fördela medel så att svensk forskning får tillgång till den forskningsinfrastruktur som krävs för att bedriva forskning av högsta vetenskapliga kvalitet. Genomförandet av avancerad forskning kräver i allt högre grad tillgång till resurser som systematiskt byggs upp under en längre tidsperiod och vars drift, uppbyggnad och fortsatta utveckling går bortom kapaciteten för enskilda forskargrupper eller lärosäten. Inom många etablerade och framväxande forskningsområden är forskningsinfrastrukturer alltmer centrala för den forskning som bedrivs och ger också i många fall möjligheter att ställa helt nya forskningsfrågor eller att fördjupa frågeställningarna.

Inför 2021 års utlysning av bidrag till forskningsinfrastruktur av nationellt intresse var risken stor för att en rad, för svensk forskning viktiga, infrastrukturer skulle bli utan fortsatt stöd från Vetenskapsrådet och att några nysatsningar inte skulle kunna komma till stånd. Men, i och med den senaste forskningspropositionen¹ fick Sverige ett mycket välbehövligt tillskott av medel till forskningsinfrastruktur. Utöver den ordinarie riktade utlysningen av bidrag till forskningsinfrastruktur av nationellt intresse möjliggjorde tillskottet även en utlysning riktad mot teknisk utveckling, konstruktion och investeringar vid befintlig infrastruktur. Viktiga satsningar har gjorts på de stora forskningsinfrastrukturerna på svensk mark; MAX IV, ESS, EISCAT-3D och NAISS.

Inom humaniora har behov identifierade via behovsinventeringen kunnat tillgodose genom att två nya infrastrukturer inom digital humaniora beviljats stöd. Inom samhällsvetenskap och medicin möjliggjorde tillskottet en fortsatt satsning på samordnade databasinfrastrukturer och fortsatt svenskt medlemskap i två internationella infrastrukturer. Satsningar på såväl befintlig som ny forskningsinfrastruktur inom life science-området kunde också göras, till exempel inom proteinproduktion och, med koppling till materialvetenskap, NMR-spektroskopi. Inom området för universums minsta beståndsdelar gjorde tillskottet att förstudier inom fundamental- respektive materialfysik kunde finansieras. Vidare gavs möjlighet till finansiering av nya infrastrukturer som

¹ [Forskning, frihet, framtid – kunskap och innovation för Sverige. Webbplats: Regeringskansliet](#)

möjliggör detaljerade och långsiktiga observationer av luft, mark och vatten, samt infrastruktur av hög relevans för rymdforskning och satelliter. Även infrastruktur för forskning och utveckling av fusionsreaktorer kunde tack vare tillskottet finansieras.

Sammantaget har nämnda tillskott av medel på kort sikt starkt bidragit till att möta den svenska forskningens nuvarande behov av såväl befintlig som ny forskningsinfrastruktur. Men för att Sverige ska fortsätta att vara en internationellt konkurrenskraftig forskningsnation behövs en långsiktig och stabil finansiering.

Utöver Vetenskapsrådet finns ett antal aktörer som medverkar till att tillgodose behoven av forskningsinfrastruktur. Svenska lärosäten spelar en central roll och har både ett strategiskt och finansiellt ansvar. Även andra forskningsfinansiärer har stor betydelse för forskningsinfrastruktur.

Det nationella forskningsinfrastrukturlandskapet utreddes 2021 på uppdrag av regeringen² och Vetenskapsrådet utvärderade under samma period det svenska utbytet av medlemskap i internationell forskningsinfrastruktur³. Tillsammans med den senaste forskningspropositionen har detta gett nya insikter och perspektiv för hur forskningsinfrastrukturlandskapet kan utvecklas framåt. I dagsläget finns dock ingen komplett kartläggning av vilka infrastrukturer som är tillgängliga för forskare i Sverige, eller av deras finansiering. En sådan skulle möjliggöra en bättre förståelse för hur prioritering och finansiering av forskningsinfrastruktur ytterligare kan effektiviseras. Det geopolitiska läget tillsammans med effekter av pandemin har lett till fördröningar och förseningar, vilket understryker behovet av en långsiktig och robust finansiering, liksom av en strategisk prioritering av existerande resurser.

Läshänvisning

Fokus för 2023 års guide är att lyfta generella behov, beskriva utvecklingstrender, samt ge rekommendationer för framtida utveckling inom forskningsinfrastrukturuområdet. Kapitel 1 ger en introduktion till utveckling från förra guiden tills idag och ger en bakgrund till de processer som leder fram till prioritering och finansiering av forskningsinfrastruktur. I kapitlet beskrivs vidare bakgrund till de olika typerna av infrastrukturer Sverige är engagerat i och hur dessa hanteras samt diskuterar forskningsinfrastrukturernas samhällsrelevans, öppen tillgång till data och aspekter kring utbildning, karriärvägar samt roller för näringsliv och offentlig sektor. I kapitel 2 presenteras och motiveras Vetenskapsrådets nio huvudrekommendationer och i kapitel 3 presenteras utveckling och behov av forskningsinfrastruktur inom nio olika ämnesområden. Observera att när enskilda forskningsinfrastrukturer (storskaliga forskningsinfrastrukturer undantagna) nämns vid namn är det för att exemplifiera behov och trender. För en fullständig förteckning över vilka

² [Stärkt fokus på forskningens infrastruktur. Webbplats: Regeringskansliet](#)

³ [National benefits from Swedish membership in international research infrastructures 2016–2019 \(pdf\)](#)

infrastrukturer som har pågående finansiering från Vetenskapsrådet, se bilaga 1. Närmare beskrivningar av dem återfinns på Vetenskapsrådets webbplats.⁴

1.2 Vetenskapsrådets arbete med forskningsinfrastruktur

Vetenskapsrådet har via Rådet för forskningens infrastrukturer (RFI) ett övergripande ansvar för Sveriges nationella forskningsinfrastrukturer och svensk medverkan i internationella infrastrukturer. Målsättningen är att ge det svenska forskarsamhället bästa möjliga förutsättningar att bedriva avancerad forskning och därmed bidra till Sveriges ambition att vara en ledande kunskapsnation.

Det finns utöver Vetenskapsrådet en rad andra aktörer som medverkar till att tillgodose behoven av forskningsinfrastruktur. Svenska lärosäten spelar en central roll och har både ett strategiskt och finansiellt ansvar. I de flesta fall är det också lärosätena som har det operativa ansvaret för de nationella forskningsinfrastrukturerna. Det är lärosätena som äger utrustningen, driver infrastrukturen och ansvarar för anställda och lokaler. Vid sidan av detta har lärosätena också ett ansvar för att tillgodose behoven av lokal infrastruktur. Ett fungerande samarbete mellan lärosätena och Vetenskapsrådet är därför nödvändigt, och Universitetens referensgrupp för forskningsinfrastruktur (URFI) spelar en viktig roll för en strategisk dialog.

Även andra forskningsfinansiärer har stor betydelse för forskningsinfrastruktur. Bland de statliga forskningsfinansiärerna medverkar Vinnova i flera av de stora infrastruktursatsningarna i Sverige och är engagerade i att tillgängliggöra forskningsinfrastrukturer för framför allt svenskt näringsliv. Flera privata finansiärer har gjort och gör betydande satsningar inom en rad områden. För det medicinska området spelar Sveriges regioner och deras omfattande sjukvårdsregister en central roll. Flera myndigheter, förutom forskningsfinansiärerna, bidrar också med infrastruktur för forskning. Statistiska Centralbyrån och Socialstyrelsen är exempel på myndigheter som ansvarar för register och som ger forskare unika förutsättningar att bedriva registerbaserad forskning. Andra exempel på myndigheter som bidrar till finansiering av infrastruktur för forskning är Institutet för rymdfysik, Rymdstyrelsen, Energimyndigheten och Polarforskningssekretariatet.

1.3 Vetenskapsrådets definition av forskningsinfrastruktur av nationellt intresse

Vetenskapsrådets definition för vad som inryms i begreppet ”forskningsinfrastruktur av nationellt intresse” syftar till att avgränsa vilken typ av forskningsinfrastrukturer myndigheten avser att finansiera.

RFI finansierar forskningsinfrastruktur som har en långsiktighet och som är av strategisk betydelse för det svenska forskarsamhället. I tillägg till definitionen

⁴ [Hitta forskningsinfrastruktur vi finansierar. Webbplats: Vetenskapsrådet](#)

tillämpar Vetenskapsrådet därför ett antal kriterier med avsikt att förtydliga och avgränsa den typ av infrastruktur som finansieras via RFI.

Vetenskapsrådets definition av forskningsinfrastruktur av nationellt intresse.

En forskningsinfrastruktur av nationellt intresse avser att tillhandahålla resurser som möjliggör forskning för flera forskargrupper och olika projekt inom ett eller flera forskningsområden.

Forskningsinfrastrukturer av nationellt intresse ska:

- möjliggöra forskning av högsta vetenskapliga kvalitet.
- vara öppet tillgänglig främst för forskare men även för näringsliv, offentlig sektor och andra relevanta aktörer. Vid begränsad tillgång ska prioritering i huvudsak ske på basis av vetenskaplig excellens.
- skapa ett tydligt nationellt mervärde.
- ha en långsiktig planering för den vetenskapliga verksamheten och dess utveckling.
- ta ett långsiktigt ansvar för ledning och styrning, finansiering, kompetensuppbyggnad och utveckling av verksamheten.
- bidra till samhällets utveckling bland annat genom att möjliggöra forskning som adresserar frågeställningar relaterade till samhällsutmaningar.

1.4 Olika typer av infrastrukturer

För att underlätta förståelsen för hur prioritering, finansiering och övrig hantering av forskningsinfrastruktur sker idag och hur den kan utvecklas, beskrivs nedan vilka typer av forskningsinfrastruktur som Vetenskapsrådet finansierar. De forskningsinfrastrukturer som Vetenskapsrådet finansierar varierar med avseende på karaktär, finansiering och organisation. Alla infrastrukturers verksamhet sker, som för forskningen i stort, alltid i en internationell kontext där växelverkan mellan det nationella och internationella är en viktig drivkraft. En strikt uppdelning i nationell och internationell forskningsinfrastruktur låter sig därför inte göras. En uppdelning utifrån organisationsform och finansiering kan dock utgöra en utgångspunkt för att kategorisera och bättre förstå forskningsinfrastrukturlandskapet och dess logik.

1.4.1 Nationella infrastrukturer

Nationella infrastrukturer bedriver verksamhet vid en central nod eller vid verksamhet distribuerad på flera lärosäten. En infrastrukturs verksamhet kan

vara distribuerad av flera skäl. Bland de som Vetenskapsrådet för närvarande finansierar återfinns tre kategorier:

- Infrastrukturens syfte är att samla in data om den fysiska miljön och är distribuerad för att kunna inhämta data från olika miljöer.
- Infrastrukturens syfte är att koordinera och ge nationell tillgång till komplementära experimentella tekniker (ofta instrumentering) och expertis inom ett område
- Infrastrukturens syfte är att samordna databaser inom närliggande områden för att säkerställa kontinuerlig datainsamling, gemensamma metadata, dokumentation och, där så är möjligt, ökad kännedom om data och användarstöd till forskare för att underlätta användning av data.

Den stora merparten av de nationella infrastrukturerna finansieras genom bidrag i utlysningen ”infrastruktur av nationellt intresse”. Några finansieras i särskild ordning (se avsnitt 1.4.3). Detta gäller både MAX IV och infrastruktur för beräkningsresurser (till och med 2022 SNIC, därefter NAISS).

1.4.2 Internationella infrastrukturer

Internationella infrastrukturer kan med fördel delas upp utifrån deras organisationsform:

- Konventionsbundna infrastrukturer. Verksamheten bedrivs baserad på konventioner som Sverige har ratificerat. Vetenskapsrådet bidrar med finansiering till den svenska avgiften. Denna typ av forskningsinfrastruktur är oftast storskalig, kostnadskrävande och mycket långsiktig.
- European Research Infrastructure Consortium (ERIC). ERIC är en särskild organisationsform för europeiska forskningsinfrastrukturer och har en juridisk rätt som erkänns i alla EU:s medlemsländer och i de associerade länder som accepterar organisationsformen. Vetenskapsrådet bidrar med finansiering till den svenska verksamheten samt medlemsavgiften och i vissa fall med ett nationellt bidrag till den gemensamma verksamheten inom ERIC:en. Sverige är värd för en ERIC; European Spallation Source (ESS).
- Övriga internationella infrastrukturer, baserade på bi- eller multilaterala avtal. Verksamheten bedrivs i utlandet med svensk medverkan, eller i Sverige med utländsk medverkan. Vetenskapsrådet bidrar med finansiering av det svenska deltagandet.

Med den stora variationen av verksamheter, finansieringsbehov och organisationsmodeller finns en stor utmaning i att konstruera en enhetlig finansierings- och prioriteringsmodell. Samtidigt är det för transparensen, förutsägbarheten och likabehandlingsprincipen av stor vikt att ett enhetligt system finns. Vetenskapsrådet balanserar detta genom att den stora merparten av forskningsinfrastrukturerna finansieras i en konkurrensutsatt utlysning (se kapitel 1.7), medan några hanteras i särskild ordning. Appendix 1 listar infrastrukturer som Vetenskapsrådet finansierar.

1.4.3 Storskaliga forskningsinfrastrukturer i Sverige

Avstegen från Vetenskapsrådets modell för prioritering och finansiering av forskningsinfrastruktur som beskrivs i avsnitt 1.4 gäller framför allt de

kostnadsmässigt största nationella infrastrukturerna, MAX IV och SNIC (som från och med 2023 ersätts av NAISS). Både för MAX IV och SNIC har övergripande utvärderingar lett till signifikanta förändringar i organisation och ledning, för ESS och SciLifeLab finns andra utmaningar och pågående initiativ för att på sikt förtydliga ansvarsfördelningen och finansieringsläget.

MAX IV är en svensk nationell synkrotronljusanläggning med Lunds universitet som värduuniversitet, till största delen finansierad med offentliga medel från Vetenskapsrådet, Vinnova, universitet och regioner, men även från privata stiftelser. Den fasta investeringen för hela anläggningen beräknas uppgå till runt 6 miljarder kronor och driftsbudgeten på nästan 500 miljoner kronor årligen. MAX IV har drygt 300 anställda från mer än 40 olika länder, invigdes 2016 och har idag 16 finansierade experimentstationer, så kallade strålrör. Fullt utbyggt kommer kan MAX IV rymma upp till 26 strålrör.

European Spallation Source (ESS) ERIC är en internationell neutronspallationsanläggning med 13 medlemsländer där Sverige och Danmark är värdländer. Medlemsländernas gemensamma investering i ESS beräknas i dagsläget till cirka 30 miljarder kronor, där Sveriges åtagande uppgår till cirka 10 miljarder kronor (båda i 2013 års värde). ESS har drygt 500 anställda från 55 olika länder. Byggnationen av ESS startade 2014 och byggnaden färdigställdes i december 2021. Installation av vetenskaplig utrustning pågår och 2028 planeras anläggningen vara operativ med 15 instrument. Det svenska åtagandet i ESS finansieras via öronmärkta medel från regeringen. Vetenskapsrådet, som bedriver ett omfattande arbete med värdskapet och med förberedelser inför att ESS ska stå klart för forskning 2027, har också öronmärkta medel för en utlysning av in kind-bidrag till ESS för att svenska forskare ska ha möjlighet att delta i utveckling av instrument.

Det bredare nyttjandet av de resurser som byggs upp vid ESS och MAX IV har krävt en samordnad nationell strategi som omfattar hela kedjan från den fysiska infrastrukturen kring anläggningarna till en uppbyggnad och optimalt utnyttjande av kompetenser. Den nationella strategin, som presenterades av regeringen 2018⁵, ledde till ett regeringsuppdrag för Vetenskapsrådet och Vinnova, där idag bland annat ett gemensamt kansli har etablerats⁶. Regeringens målsättning med satsningarna är att bygga upp ett internationellt centrum som är världsledande inom materialvetenskap och life science. En bred svensk användning av anläggningarna är centralt för svensk forskning och innovation, och en viktig komponent för att förverkliga regeringens målsättning. ESS/MAX IV-kansliet ska samordna nationella insatser mot anläggningarna så att Sverige får bästa möjliga utväxling av de investeringar som görs.

National Academic Infrastructure for Supercomputing Sweden (NAISS) är den nya nationella beräknings- och lagringsresurs som övertar ansvaret för dessa

⁵ [En nationell strategi för ESS och den omgivande kunskapsmiljön. Webbplats: Regeringskansliet](#)

⁶ [Nationellt samarbete för att maximera Sveriges nytta av ESS och MAX IV. Webbplats: Vetenskapsrådet](#)

tjänster från Swedish National Infrastructure for Computing (SNIC) från och med årsskiftet 2022/2023. De övergripande funktionerna så som ledning, samordning av drift av SNIC:s nuvarande resurser, nära användarstöd samt ansökningar om tillgång och annan administration förs över till NAISS. Linköpings universitet är värdorganisation för NAISS och har påbörjat arbetet med att bygga upp en organisation för avancerat användarstöd i samverkan med flera lärosäten. NAISS kommer framöver att införskaffa och driva nya beräknings- och lagringsresurser.

Science for Life Laboratory (SciLifeLab) är sedan 2013 ett nationellt centrum för molekylär life science-forskning som tillhandahåller avancerade teknologier, dyrbar utrustning och expertkompetens till forskarsamhället.

Infrastrukturverksamheten är distribuerad till ett 40-tal faciliteter. SciLifeLabs organisation regleras av en särskild förordning och statliga medel för forskning, forskningsinfrastruktur, läkemedelsutveckling samt pandemiberedskap tilldelas via KTH:s regleringsbrev. Förutom den statliga grundfinansieringen tillförs medel till den nationella forskningsinfrastrukturen via användaravgifter, bidrag från lärosäten och från externa finansiärer av vilka Vetenskapsrådet och Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse är de största. År 2022 uppgick Vetenskapsrådet finansiering till SciLifeLab-relaterad infrastruktur till 159 miljoner kronor. Under hösten 2022 utvärderade Vetenskapsrådet tre infrastrukturer inom life science-området och i samband med detta behandlades också organisatoriska aspekter på finansieringen inom området.

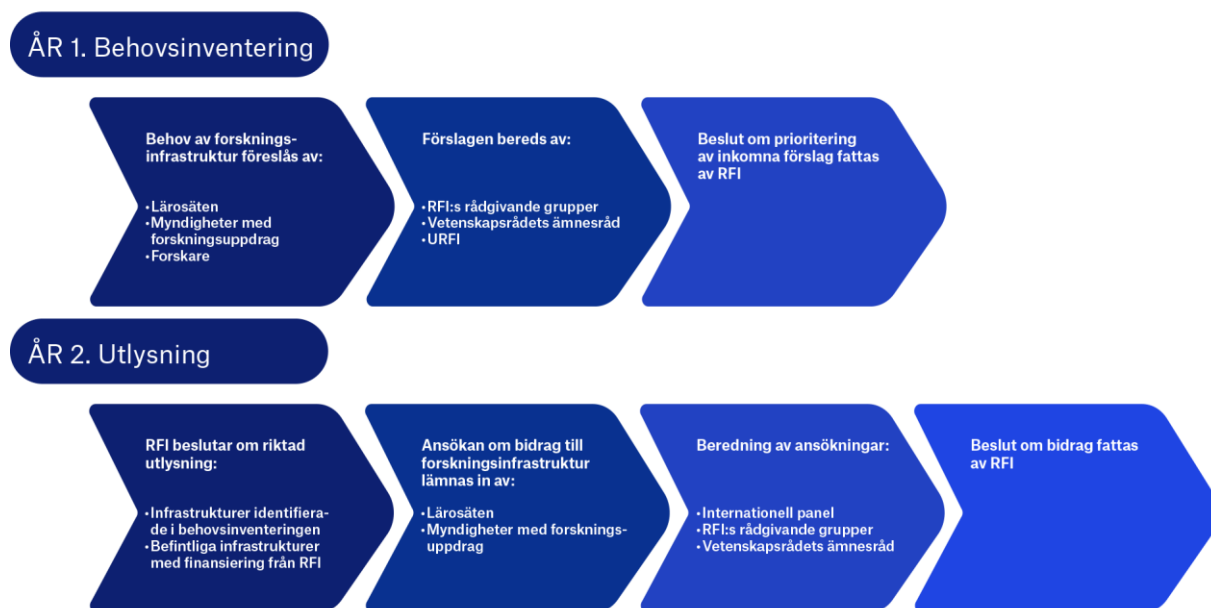
1.5 Prioritering av forskningsinfrastruktur av nationellt intresse

Det av regeringen uppsatta övergripande uppdraget för Vetenskapsrådets arbete med forskningsinfrastruktur är att stödja, planera och fördela medel så att svensk forskning får tillgång till den forskningsinfrastruktur som krävs för att bedriva forskning av högsta vetenskapliga kvalitet. Det ska finnas forskare som kan nyttja och vidareutveckla forskningsinfrastrukturen när den väl finns på plats för att finansiering ska vara motiverat. Vidare krävs ett engagemang från de lärosäten som är värdar för och medfinansierar forskningsinfrastruktur av nationellt intresse.

1.5.1 Behovsinventering och riktad utlysning

Vetenskapsrådets modell för finansiering av forskningsinfrastruktur (figur 1) följer en tvåårscykel som inleds med en behovsinventering och avslutas med en riktad utlysning.

Figur 1. Vetenskapsrådets modell för prioritering och finansiering av forskningsinfrastruktur



Syftet med behovsinventeringen är att identifiera områden med tydliga behov av ny eller utvecklad forskningsinfrastruktur. Forskare, universitet och högskolor samt myndigheter med forskningsuppdrag inbjuds att inkomma med förslag på behov av såväl nationell forskningsinfrastruktur som svenskt medlemskap i internationell forskningsinfrastruktur. Det gäller såväl svenskt deltagande i uppbyggnad av ny internationell infrastruktur som medverkan i befintliga organisationer. Via en beredningsprocess, som förutom RFI och RFI:s rådgivande grupper även innefattar Vetenskapsrådets ämnesråd och kommittéer samt universitetens referensgrupp för infrastruktur, URFI, identifieras områden där forskningen bedöms ha stort behov av ny eller uppgraderad och utvecklad infrastruktur. De områden som bedöms ha högst prioriterade behov av forskningsinfrastruktur ingår sedan i en riktad utlysning. Alla områden som bedömts ha hög prioritet i inventeringen kommer dock inte automatiskt att omfattas av utlysningen. Utifrån strategiska överväganden som till exempel tillgängligt budgetutrymme, beslutar RFI vilka av de högst prioriterade områdena som ska omfattas av utlysningen.

I samband med att medel lyses ut för nya infrastruktursatsningar inbjuds i regel även infrastrukturer med pågående bidrag som löper ut senast året efter ansökningsomgången att ansöka om förnyad finansiering. Budgetläget har en inverkan på storleken på utlysningen samt fördelningen mellan vilka nya och existerande infrastrukturer som kan söka bidrag. Vetenskapsrådets bedömning är att nuvarande modell för prioritering och finansiering av forskningsinfrastruktur som kom till stånd 2015 har skapat en tydligare hantering och bättre förutsägbarhet för de som planerar och driver nationella forskningsinfrastrukturer, dock finns det behov av att utveckla processen, vilket också återspeglas de rekommendationer som ges i guiden.

För att finansiera infrastruktur av nationellt intresse kräver Vetenskapsrådet som regel medfinansiering motsvarande minst 50 procent av den totala kostnaden.

Medfinansieringen är ett sätt att göra det möjligt för Sverige att möta de ökande kostnaderna för forskningsinfrastruktur och samtidigt stärka lärosätenas engagemang. Därmed ges bättre förutsättningar för en långsiktigt stabil finansiering och drift av forskningsinfrastrukturer. Finansieringsmodellerna ser olika ut för olika typer av infrastrukturer och vetenskapliga discipliner. Bland annat skiljer sig bruket av användaravgifter åt.

I takt med att forskningsområden utvecklas och teknologiska framsteg sker, utvecklas och förändras behoven av en given forskningsinfrastruktur. I ansökningar om bidrag till infrastruktur av nationellt intresse kräver Vetenskapsrådet att en avvecklingsplan upprättas av respektive värdorganisation. Avvecklingsplanen ska beskriva hur infrastrukturen kommer att hantera en situation när Vetenskapsrådets stöd avvecklas.

Ambitionen med den modell för prioritering och finansiering av forskningsinfrastruktur som Vetenskapsrådet arbetar efter är att behov ska kunna fångas upp brett och att nysatsningar på forskningsinfrastruktur ska kunna ske parallellt med långsiktiga satsningar på infrastruktur med pågående finansiering. Även om denna modell tjänar sitt syfte väl så finns det utrymme för förbättringar och anpassningar. Ett av dessa rör hur teknik- och utvecklingsprojekt, inklusive in kind-bidrag, ska hanteras vilket belyses i kapitel 1.8. Ett annat utvecklingsområde är diskussioner mellan lärosäten om hur de som idag inte har en systematisk process för att tillgodose forskares behov av medeldyr eller medelstor lokal infrastruktur ska arbeta med de frågorna. Ytterligare ett område för utveckling är hur samordning av distribuerade infrastrukturer som bygger på redan existerande verksamheter kan vidareutvecklas och effektiviseras.

1.6 Medlemskap i internationell forskningsinfrastruktur och internationell finansiering

Storskaliga internationella forskningsinfrastrukturer innebär ofta samarbeten som öppnar för forskning som annars inte skulle kunna utföras. De är inte bara i framkant vad gäller vetenskapliga frågeställningar och i användandet av ny teknik utan är ofta vetenskapligt och tekniskt drivande och utgör en samlingspunkt för de forsknings- och innovationsområden de stödjer. Svenskt deltagande i planering, uppbyggnad och drift av internationella forskningsinfrastrukturer ger därför svensk forskning, industri och offentlig sektor tillgång till forskningsmöjligheter, tekniskt kunnande och nätverk på ett sätt som få andra initiativ gör. Även om dessa vinster gynnar alla som använder och aktivt deltar i uppbyggnad och drift av en infrastruktur är ofta fördelarna för forskning, innovation och teknisk utveckling på regional och lokal nivå ännu större. Det är därför svenskt värdskap för internationella forskningsinfrastrukturer som neutronspridningsanläggningen European Spallation Source, rymdradarn EISCAT-3D och datacentret för växthusgasmätningar, ICOS Carbon Portal, ger stora fördelar för Sverige i form av tekniskt kunnande och ökad attraktionskraft för högkvalificerad arbetskraft. Vetenskapsrådet, tillsammans med andra svenska offentliga och privata aktörer, arbetar aktivt för att främja ökat svenskt engagemang i internationella

forskningsinfrastrukturer. Inom organisationer som ESFRI och EuroHPC pågår diskussioner av etablerandet av nya forskningsinfrastrukturer i Europa.

I Vetenskapsrådets uppdrag ingår att främja svenska forsknings- och innovationsintressen i de internationella infrastrukturer som vi bidrar till för planering, uppbyggnad och drift. I de som är under uppbyggnad arbetar Vetenskapsrådet för att svenska forskare och svensk industri ska ta hem kunskap och kompetens i samband med utvecklingen, men också för att svenska universitet och företag ska leverera tekniskt avancerade produkter och tjänster (kapitel 1.8). Exempel på framgångsrikt proaktivt arbete av Vetenskapsrådet och andra svenska aktörer är pågående leveranser av avancerade tekniska komponenter till radioteleskopet SKA och teknisk utveckling och instrument till astronomiorganisationen ESO:s teleskop.

Ibland är det Regeringen eller riksdagen som fattar det slutliga beslutet om nya medlemskap i internationella infrastrukturer, men oftast handlägger Vetenskapsrådet därefter medlemskapet, betalar medlemsavgiften och utser representanter i styrande och rådgivande organ. Vetenskapsrådet ser kontinuerligt över sina internationella medlemskap. Sedan förra guiden till forskningens infrastrukturer har en utredning av medlemskapen gjorts.⁷ Utöver rekommendationer för de enskilda forskningsinfrastrukturerna, rekommenderades att stärka möjligheterna för att öka antalet svenskar anställda vid de internationella infrastrukturerna. I samverkan med Big Science Sweden (BiSS) och ett antal forskningsinfrastrukturer strävar Vetenskapsrådet efter att öka synliggöra sådana möjligheter.

1.6.1 Internationella infrastrukturer och geopolitiskt säkerhetsläge

Den geopolitiska situationen har sedan 2019 förändrats till stor del, inte minst genom Rysslands invasion av Ukraina, men även Brexit, Covid 19-pandemin och den ökade konkurrensen mellan Kina och USA, har bidragit till ett förändrat omvärldsläge och därmed en påverkan även på finansiering och drift av forskningsinfrastruktur.

Inom EU börjar förändringar till följd av Brexit att synas allt tydligare, då Storbritannien inte längre är en del av det europeiska forskningsprogrammet (Horisont Europa). Detta står i stark kontrast till Storbritanniens tidigare roll som en stor och viktig samarbetspartner, såväl inom forskningsinfrastruktur som forskning.

Covid-19-pandemin skapade, och fortsätter att skapa, problem i logistik- och leveranskedjor för alltifrån standardiserade industrivaror (speciellt elektronik och vissa råmaterial) till specialiserade produkter, vilket har lett till förseningar inom många projekt följt av ökade kostnader och lägre servicenivå för användarna av faciliteterna.

⁷ [National benefits from Swedish membership in international research infrastructures 2016–2019 \(pdf\)](#)

Inflationen har tagit fart, vilket leder till att många infrastrukturer ställer krav på kompensation, vilket kan ge ökade kostnader för medlemsländerna. Vidare har elpriserna ökat kraftigt vilket påverkar särskilt acceleratorbaserade infrastrukturer.

Rysslands krig i Ukraina har lett till ett kraftfullt agerande mot ryska statliga aktörer som är inblandade i europeiska infrastrukturprojekt. Tyskland har tidigare, under många år, försökt att knyta Ryssland till Europa bland annat genom forskning och forskningsinfrastrukturprojekt, något man nu försöker avsluta. Effekten av kriget och de sanktioner som införts märks nu av, inte minst på de infrastrukturer där Ryssland är delägare; FAIR, XFEL och ESRF, men även andra projekt drabbas på olika sätt. Beroende på infrastrukturens organisationsform finns olika möjligheter till att hantera situationen.

1.7 Vetenskapsrådets finansiering av forskningsinfrastruktur

Då satsningar och investeringar i forskningsinfrastruktur är långsiktiga innebär det att stora delar av Vetenskapsrådets budget för forskningsinfrastruktur är uppbyggd av internationella åtaganden och i medel till nationell infrastruktur med lång bindningstid. Endast en mindre del av medlen är tillgängliga för nya initiativ. I 2018 års guidbeskrevs behovet av att Vetenskapsrådet tillfördes ökade ekonomiska resurser för fortsatt investering i pågående forskningsinfrastruktur och i nysatsningar, i syfte att möta de stora behov av forskningsinfrastruktur som förutspås för kommande år. Förra guiden pekade på att de medel som skulle frigöras under perioden 2019–2022 var mindre än då redan kända kostnadsökningar, i huvudsak kopplade till kronans stora kursfall sedan 2013, vilket därmed inte lämnade något utrymme för nationella forskningsinfrastrukturer att söka medel i den återkommande utlysningen ”bidrag till forskningsinfrastruktur av nationellt intresse” för 2021. Vetenskapsrådet beräknade att för att återställa finansieringen av nationell infrastruktur till de nivåer som rådde år 2013 behövdes betydande tillskott till budgeten för forskningsinfrastruktur.

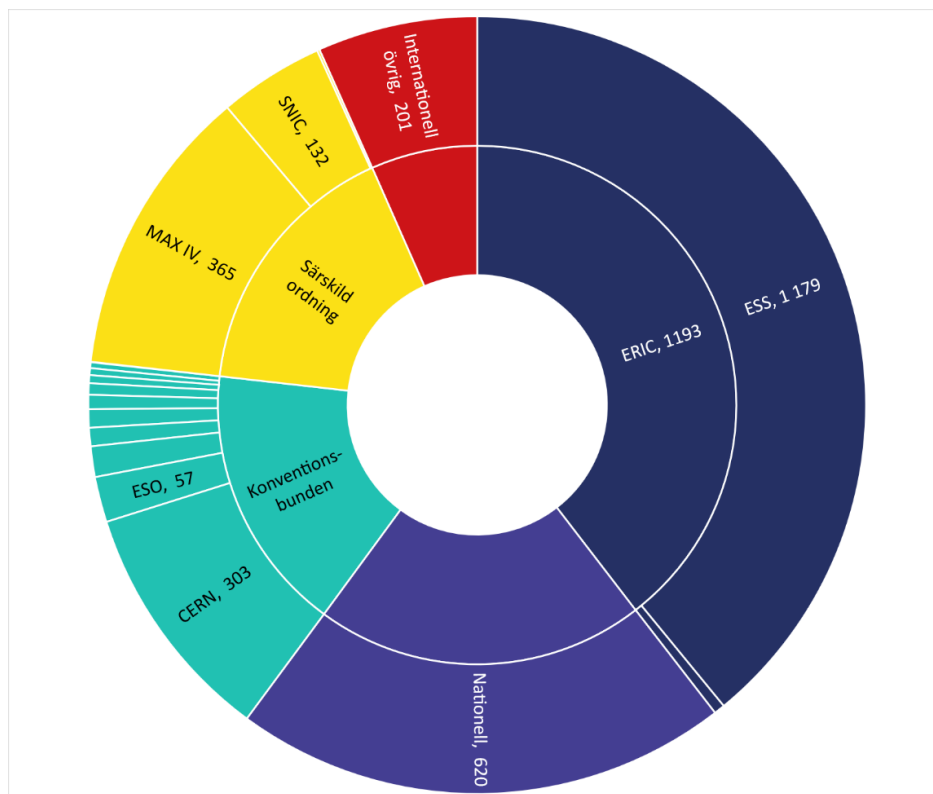
I forsknings- och innovationspropositionen 2020, samt i budgetpropositionen 2021, aviserades ett tillskott till Vetenskapsrådet för forskningsinfrastruktur om 400 MSEK (2021) och ytterligare 50 MSEK efterföljande år. De utökade resurserna som Vetenskapsrådet erhöll möjliggjorde att 2021 års riktade utlysning av ”bidrag till forskningsinfrastruktur av nationellt intresse” kunde utlysas och omfatta både forskningsinfrastrukturer med pågående bidrag från Vetenskapsrådet och ett antal nya, i behovsinventeringen prioriterade infrastrukturer, där bidragsperioden i vissa fall sträcker sig så långt som till och med 2028. Med de ökade resurserna kunde också ett eftersatt behov av medel till investeringar i befintlig infrastruktur lysas ut under 2021 för åren 2021–2025. Inom ramen för de ökade resurserna har bidraget till MAX IV ökat under perioden 2021–2025 enligt forsknings- och innovationspropositionen med 50 miljoner kronor 2021, 55 miljoner 2022, 70 miljoner 2023 och 80 miljoner 2024–2025. Utöver dessa satsningar beslutade RFI att tillföra extra medel till

ESS för perioden 2021–2025, där 150 miljoner avsattes för svenska in-kind-leveranser. För året 2021 satsades ytterligare 160 miljoner till ESS från RFIs budget. Tillskottet har också bekostat hälften av Sveriges bidrag till konstruktionen av infrastrukturen SKA samt en rad andra, mindre, satsningar.

Tack vare tillskottet allokerade Vetenskapsrådet totalt drygt 3 miljarder kronor till forskningsinfrastruktur under 2022 (figur 2). En betydande del, 1 179 miljoner kronor, avsåg investering i den europeiska neutronkällan ESS och är medel som av regeringen är direkt avsatta för detta ändamål (1 149 miljoner) samt av RFI extra allokerade medel (30 miljoner).

Strax över 700 miljoner användes 2022 för att finansiera svenskt medlemskap i internationella infrastrukturer. Bland dessa är den europeiska partikelfysikanläggningen CERN störst och Vetenskapsrådets samlade omkostnad för medlemsavgift och experiment vid CERN var 2022 strax över 300 miljoner kronor. Övriga internationella åtaganden, vilka år 2022 omfattade drygt 30 olika infrastrukturer, uppgick till cirka 400 miljoner (se appendix 1 för lista över samtliga internationella forskningsinfrastrukturer)

Figur 2. Vetenskapsrådets finansiering av forskningsinfrastruktur år 2022 angivet i miljoner kronor.

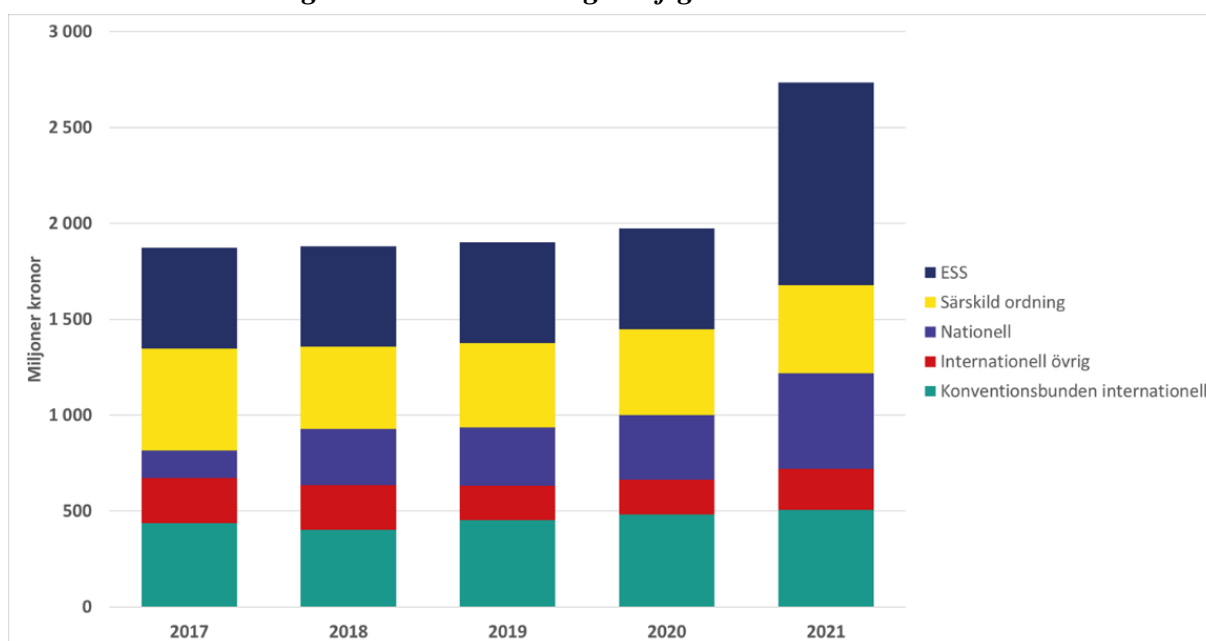


Bidrag i miljoner kronor till konventionsbundna anläggningar utöver de angivna i figuren: EMBL 38, ESRF 23, XFEL 23, FAIR 18, PETRA 15, EUI 10, EMBC 8, IARC 8 samt GBIF 1.

Den svenska synkrotronljusanläggningen MAX IV utgör Vetenskapsrådets enskilt största nationella åtagande (figur 2) följt av SNIC. Bidraget till SNIC

avslutades 2022 och RFI fattade då också beslut om bidrag till ett nytt center för storskaliga beräkningsresurser, NAISS, för perioden 2023–2026. Under 2021 fattade RFI beslut om fortsatt finansiering av MAX IV för åren 2023–2026 om totalt 1 550 miljoner. Vetenskapsrådets bidrag till övrig nationell infrastruktur uppgick år 2022 till strax över 600 miljoner, vilket inkluderar 159 miljoner till infrastrukturer med anknötning till SciLifeLab. Detta är en rejäl ökning i jämförelse med de cirka 300 miljoner som investerades vid tidpunkten för förra guiden till infrastrukturen från 2018 (figur 3). Övriga förändringar i Vetenskapsrådets bidragsmedel har under perioden 2017–2021 varit förhållandevis små (figur 3).

Figur 3. Vetenskapsrådets samlade medel i miljoner kronor till forskningsinfrastruktur (nationell och internationell) under åren 2017–2021. De direkta bidragen till ESS är medtagna i figuren.

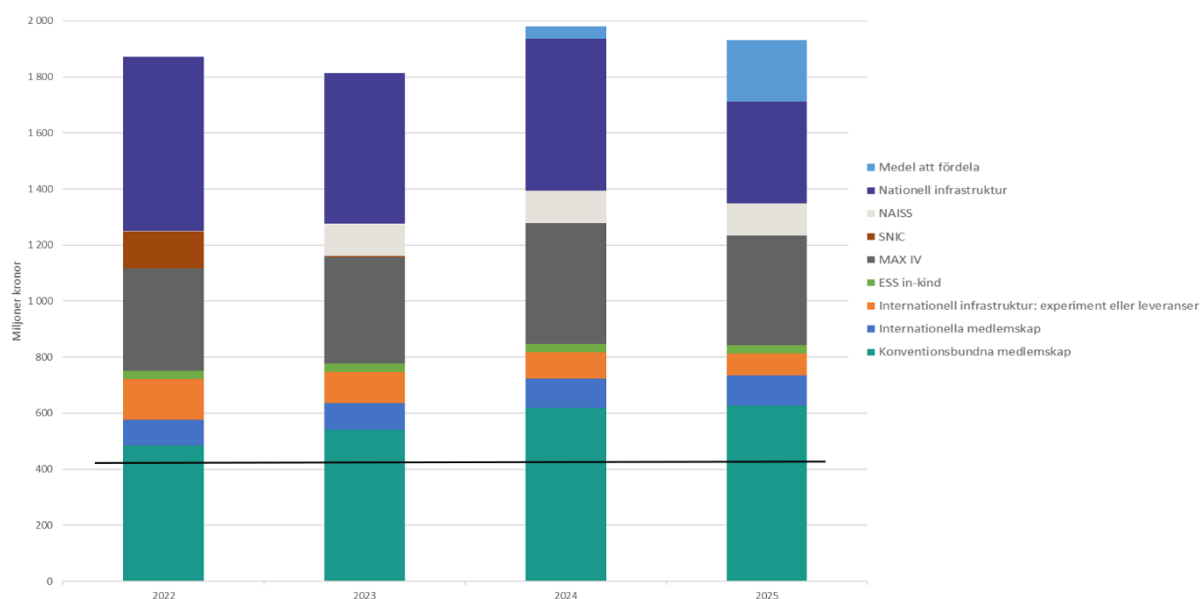


Största delen av de medel som Vetenskapsrådet avsätter till forskningsinfrastruktur är bundna i långsiktiga åtaganden, vilket framgår av Figur 4. Under perioden frigörs medel i takt med att tidigare beslutade bidrag upphör och 2023–2025 kan Vetenskapsrådet sammantaget fördela omkring 250 miljoner kronor. Merparten av de medel som frigörs härrör från nationell infrastruktur och i mindre utsträckning internationella åtaganden. Medel som tillgängliggörs kan användas för att göra satsningar på nyetablerade forskningsinfrastrukturer eller för att ge förnyat bidrag till forskningsinfrastruktur som tidigare mottagit bidrag. RFI behöver vid varje bidragsbeslut väga nyttan av långsiktighet mot behovet av ny forskningsinfrastruktur. Frigjorda medel kan också ingå i strategiska satsningar som RFI beslutar om.

De nationella och internationella forskningsinfrastrukturerna står dock inför betydande utmaningar framöver i och med det rådande geopolitiska och ekonomiska läget i världen. Utmaningarna beror till viss del på pandemin, vilket har orsakat stora förseningar i leveranser som drabbat de infrastrukturer som är

under konstruktion hårt, men till störst del på de ökande kostnaderna som förutspås, orsakade av elpriset, situationen i Ukraina samt kraftigt ökad inflation. För Sveriges del är dessutom kronkursens utveckling mycket oroande, då de internationella medlemskapen betalas i lokal valuta och den svaga kronan har gjort dessa medlemskap betydligt dyrare. Flertalet internationella forskningsinfrastrukturer tvingas nu till betydande, och i flera fall mycket kraftiga, besparingar där forskningsprojekt och investeringar skjuts på framtiden, personalstyrkan bantas och infrastrukturer kan komma att hållas stängda under vissa perioder. Detta kommer med stor sannolikhet i förlängningen påverka forskarnas tillgång till anläggningarna, vilket framöver också påverkar återväxten och tillväxten. En trolig utveckling är också att de internationella infrastrukturerna kommer att verka för betydande ökning av medlemsavgifterna. För Vetenskapsrådet innebär det att om budgetposten för internationella medlemsavgifter ökar kraftigt minskar möjligheterna till nationella satsningar. Det betyder att det utrymme som indikeras i figur 4 som ”medel att fördela” kan komma att minskas om posterna för ”konventionsbundna medlemskap” och ”internationella medlemskap” ökar.

Figur 4. Kostnadsprognos för Vetenskapsrådets bidrag till forskningsinfrastruktur över perioden 2022–2025 (miljoner kronor).



Med ESS in-kind avses i figuren bidrag erhållet genom in-kind-utlysning för ESS. De direkta bidragen till ESS tas ej upp i figuren. Linjen i stapeln för de konventionsbundna medlemskapen markerar de medel, 420 miljoner kronor, regeringen tilldelar Vetenskapsrådet för utpekade medlemskap.

1.8 Metod- och teknikutveckling och leveranser till forskningsinfrastrukturer

För att kunna driva de grundvetenskapliga frågeställningarna till ett större djup, göra nya upptäckter och förse samhället med ny kunskap behövs mer avancerade förutsättningar, som till exempel mer förfinade mätmetoder och sammanföring

av olika typer av data som kan medverka till att föra forskningsfronten framåt. Eftersom olika typer av leveranser kan utgöra ett betalningssätt, i stället för medlemsavgifter, kan teknik- och metodutveckling ge dubbel nytta för Sverige, svensk forskning och svenskt näringsliv.

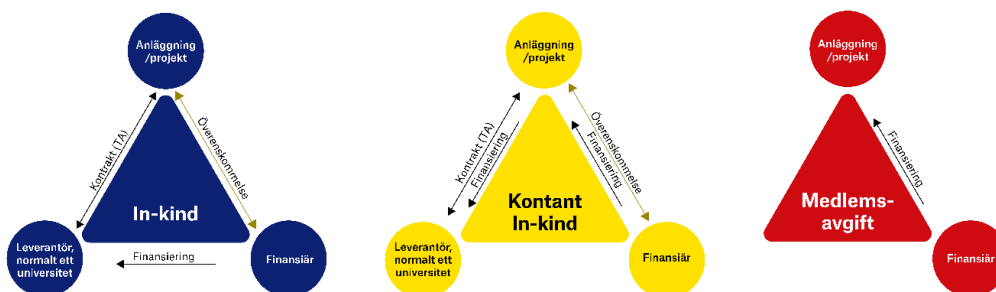
Att utveckla metoder och tekniker inom ramen för forskningsinfrastrukturerna kräver ofta grundläggande forskning. Utvecklingen sker både inom enskilda forskargrupper, i vissa fall i samarbete med leverantörer av utrustning, men också storskaligt för att kunna bygga upp och utveckla de stora internationella forskningsinfrastrukturerna. Forskningens grundläggande behov blir en kravställare för att hela tiden förbättra metoder och tekniker. Parallellt får företag möjlighet att utveckla nya produkter, tjänster och affärsmöjligheter. Stora forskningsinfrastrukturer har bland annat innovationskontor för att ta vidare den omfattande spetsteknologi som utvecklas.

Utveckling av spetsteknologi utförs i forskargrupper som specialiserat sig på instrument- och metodutveckling. I likhet med hur framgångsrika länder hanterar dessa utmaningar bör möjligheten att bilda ett svenskt nationellt kompetenscentrum för instrument- och metodutveckling utredas.

Storskaliga forskningsinfrastrukturer är för komplexa för att enskilda forskargrupper ska kunna bygga upp dem och konstruera relaterad instrumentering. Sådan forskningsinfrastruktur brukar benämnas Big Science. Big Science Sweden är en organisation som finansieras av Vetenskapsrådet och Vinnova med målet att identifiera och öka leveranser inom Big Science med betoning på teknikkomponenter inom områden där Sverige är forskningsmässigt ledande. BiSS har till uppgift att öppna dörrar för svenska högteknologiska företag, universitet och forskningsinstitut för att bredda sina kontaktnätverk och vinna fler kontrakt till Big Science-anläggningar. BiSS fungerar också som rådgivare med uppgift att motivera svensk industri att delta i relevanta upphandlingar vid forskningsinfrastrukturer.

I vissa fall kan delar av en medlemsavgift ersättas av att Sverige som medlemsland i en internationell infrastruktur levererar delar av sitt åtagande in kind (figur 5), vilket är ett effektivt sätt att bygga upp kompetens inom ett område och få ett större mervärde av medlemskapet. Det kan även ske genom att Sverige betalar sin medlemsavgift i kontanta medel och samtidigt utlovas att delar av dessa medel används för upphandling inom Sverige inom överenskomna nyckelområden (vilket benämns kontant in kind; figur 5).

Figur 5. Schematisk illustration för att beskriva olika finansieringsvägar vid in-kind-leveranser.



I den röda triangeln betalas medlemsavgiften direkt till anläggningen eller projektet och ingen in-kind-leverans sker, och forskarsamhället blir inte direkt involverade i utveckling av utrustning och mjukvara.

Flera möjligheter att koppla samman forskning och teknikutveckling som ger fördelar för svenskt näringsliv beskrivs på BiSS hemsida.

I uppbyggnaden av nya forskningsinfrastrukturer delar man vanligtvis upp projektet i arbetspaket där deltagande länder kan vara med och förhandla hem arbetspaket för leveranser som är fördelaktiga för det egna landet. Sådana arbetspaket ger forskarna möjlighet att bedriva spetsforskning, som på sikt ger näringslivet möjligheter. Båda delarna kan stärka landets konkurrenskraft.

Ett exempel gäller uppbyggnaden av ESS som enligt en rapport från 2022⁸ medfört att svenska företag mellan 2015 och 2020 fått ordrar till ett värde av drygt 8,5 miljarder kronor (exklusive moms) vilket vida överstiger Sveriges kontantbidrag på cirka 5 miljarder kronor under perioden. Utöver detta beräknas investeringarna i ESS under perioden 2010–2020 ha skapat 37 000 årsarbetstillfällen i hela EU varav cirka 16 000 i Sverige. Analysens övergripande slutsats är att satsningarna på ESS under uppbyggnadsperioden genererat positiva samhällsekonomiska effekter för Sverige, men att bieffekter i form av teknisk nytveckling och förstärkt konkurrenskraft inte är tydliga och starka. Avsaknaden av dessa effekter beror troligen på att Sverige förbundit sig att före 2021 endast ge kontantbidrag till ESS och därmed avstå från att konkurrera om in-kind-leveranser av avancerad teknik och personal.

Teknikutvecklingsprojekt vid internationella infrastrukturer sker ofta i internationellt samarbete mellan flera projektgrupper där fluktuerande växelkurser, ändrade kravställningar samt prisförändringar över långa tidskalor gör att tidsplaner och budgetar ofta måste justeras och utvärderas samt att extra medel kan behöva skjutas till. Sådana problemställningar gör att forskarna behöver beskriva riskerna och finansieringen måste ta höjd för hantering av en beredskapsbudget i en tydlig och transparent process med ansvarsfördelning i den vidare hanteringen. RFI utreder hur Sverige bättre ska kunna hantera teknikutveckling inom infrastruktursatsningar.

⁸ [Samhällsekonomiska effekter av svenska investeringar i ESS 2010–2020 \(pdf\)](#)

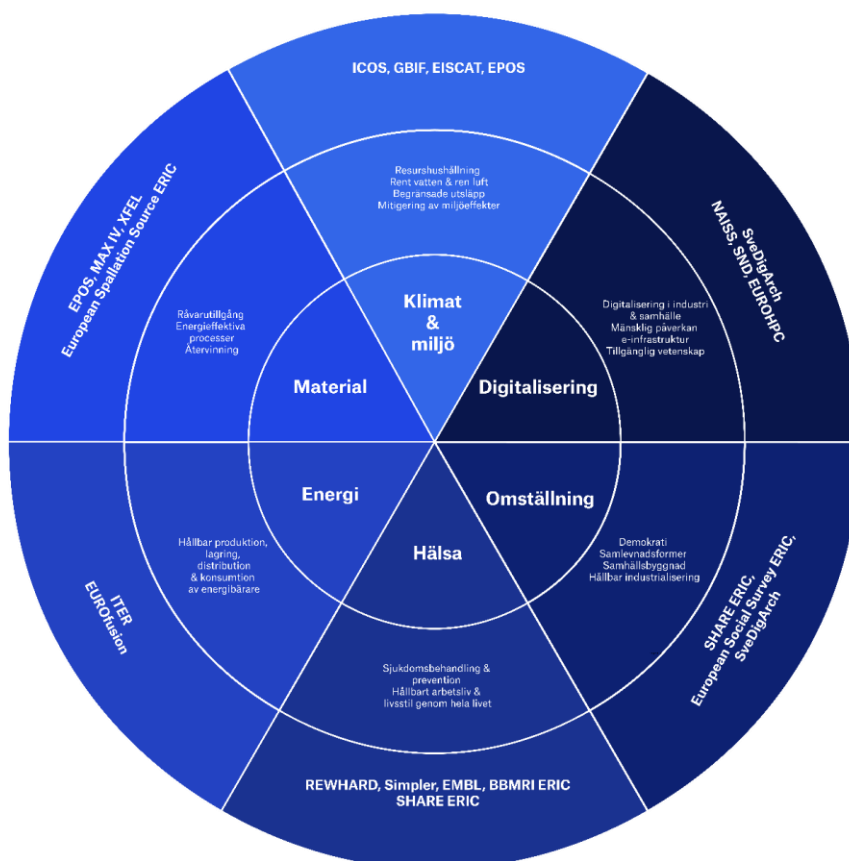
1.9 Samhällsutmaningar och samhällsrelevans

Forskning och forskningsinfrastrukturer är en viktig pusselbit för vår förståelse för och kapacitet att hantera några av nutidens allra största samhällsutmaningar. Hit hör bland annat den globala uppvärmningen, utarmningen av den biologiska mångfalden, krig och konflikter, förorening av luft, mark och vatten samt hållbart nyttjande av naturen och Jordens resurser. Agenda 2030 och de därtill knutna 17 hållbarhetsmålen utgör en allt mer integrerad del av samhällsutvecklingen. Ett aktivt arbete med agendan är en nyckelfaktor för att kunna möta samhällsutmaningarna vi ställs inför, nu och i framtiden.

Sverige har tydliga ambitioner och handlingsplaner för hållbar utveckling i dess tre dimensioner – den ekonomiska, den sociala och den miljömässiga. Regeringen angav i propositionen 2020⁹ att samhällets utmaningar behöver mötas med satsningar på strategisk forskning av hög kvalitet och innovationssatsningar inom de fem områdena klimat och miljö, hälsa och välfärd, digitalisering, kompetensförsörjning och arbetsliv samt ett demokratiskt och starkt samhälle. Vetenskapsrådet finansierar forskningsinfrastruktur både nationellt och internationellt som möjliggör högkvalitativ forskning med relation till viktiga samhälls-, miljö- och hälsofrågor. Många av de utmaningar vi står inför kräver tvärdisciplinär samverkan och inom flera forskningsinfrastrukturer arbetar man tillsammans över disciplinränsar. För att möta samhällsutmaningar inom områden som miljö och naturresurser, material, energilösningar, vår hälsa, digitalisering och den mänskliga förmågan till omställning behövs i stor utsträckning ny kunskap som tas fram i samverkan med de förmågor som infrastrukturerna förser forskarna med (se figur 6).

⁹ [Forskning, frihet, framtid – kunskap och innovation för Sverige. Webbplats: Regeringskansliet](#)

Figur 6. Exempel på forskningsområden (inre cirkeln), relaterade forskningsfrågor (mellersta cirkeln) och forskningsinfrastrukturer kopplade till dessa forskningsområden (yttre cirkeln).



Observera att endast ett litet urval av alla forskningsinfrastrukturer visas här. För en förteckning över alla forskningsinfrastrukturer Vetenskapsrådet hanterar se appendix 1.

Covid-19-pandemin är ett aktuellt exempel på en samhällsutmaning där flera nationella och internationella infrastrukturer har bidragit till att behandlingsformer och vacciner tagits fram på rekordtid. Det visar på vikten av samarbete mellan olika sektorer som kan bidra till att lösa vår tids samhällsutmaningar.

1.10 Näringsliv och offentlig sektor som användare, utvecklare och leverantörer

Avancerad forskningsinfrastruktur och tillhörande metod- och teknikutveckling spelar i många fall en avgörande roll för kompetensuppbyggnad, inte enbart inom akademien utan även inom näringslivet och offentlig sektor. I dagens alltmer gränsöverskridande forskning kan forskningsinfrastrukturerna spela en viktig roll som nav kring vilka forskning, näringsliv och spin-off-företag utvecklas. Data och prover insamlade inom sjukvården spelar en viktig roll för forskningen och såväl regionerna som kommunerna, som samlar in uppgifterna,

är därmed centrala aktörer. Forskning som i en allt högre utsträckning är behovsmotiverad, adresserar de globala utmaningarna och sker i samverkan med industri och offentlig verksamhet ställer andra krav på forskningsinfrastrukturer.

Näringslivet och den offentliga sektorn är i många fall användare av forskningsinfrastruktur i linje med Vetenskapsrådets ambition om öppen tillgång. Det finns varierande kompetens hos användarna och Vetenskapsrådet har vid ett par tillfällen därför gjort särskilda ”tillgänglighetsutlysningar” där en av målsättningarna är att öka användningen av olika infrastrukturer utanför akademien. För att fullt ut realisera den potential som forskningsinfrastrukturer har för icke-akademiska användare behöver tillgängligheten öka ytterligare. Detta kan uppnås till exempel genom att utveckla de policyer för tillgänglighet forskningsinfrastrukturerna har så att även samhällliga och ekonomiska aspekter av forskningen bedöms tillsammans med den vetenskapliga kvaliteten vid ansökan om tillgång till en forskningsinfrastruktur¹⁰.

Den akademiska användningen har i de flesta fall sin tyngdpunkt i användandet av forskningsinfrastrukturer, medan viss typ av forskning, till exempel inom teknikvetenskapen och så kallad praktisk forskning, behöver tillgång också till testbäddar och demonstrationsanläggningar eller andra typer av testmiljöer för att fullt ut kunna besvara olika forskningsfrågor. En samverkan mellan olika finansörer och näringsliv behövs för att säkerställa tillgång till sådana möjligheter för såväl grundläggande som tillämpad forskning.

1.11 Öppen tillgång till forskningsdata

Vetenskapsrådet har sedan 2017 ett regeringsuppdrag om att samordna arbetet kring öppen tillgång till forskningsdata och sedan 2022 är det en permanent uppgift i myndighetens instruktion. Uppdraget omfattar att samordna, följa upp och främja samverkan i arbetet för öppen tillgång till forskningsdata. I den senaste redovisningen¹¹ av uppdraget lyfter Vetenskapsrådet bland annat att det föreligger behov av ett ökat stöd till infrastrukturer med teknik och kunskap för att stödja forskningssystemets omställning till att fullt ut uppnå öppen tillgång till forskningsdata.

De nationella forskningsinfrastrukturerna har en viktig roll i omställningen mot öppen tillgång till forskningsdata i Sverige. Deras verksamhet bedrivs på en nivå mellan institutioner och lärosätesledning och infrastrukturerna möter i den operativa verksamheten både forskares behov, finansierares krav och lärosätens policyer. Exempelvis ställer Vetenskapsrådet krav på att data som produceras vid de av myndigheten finansierade nationella infrastrukturerna ska vara öppet tillgängliga (inom ramen för gällande lagstiftning). För att möta forskningens behov och leva upp till de krav som ställs behöver infrastrukturerna tillhandahålla användarstöd och utbildningsinsatser. Denna förändrade och breddade roll för infrastrukturerna kräver personal med specialistkunskaper

¹⁰ [Mångfald i användning breddar nyttan av ESS \(pdf\)](#)

¹¹ Senaste rapporteringen: [Vetenskapsrådets samordningsuppdrag om öppen tillgång till forskningsdata 2022 \(pdf\)](#)

inom både infrastrukturens ämnesområde och datahantering såväl som kommunikativa förmågor för ett professionellt användarstöd.

För en grupp infrastrukturer är själva syftet med verksamheten att tillhandahålla data öppet på lika villkor för alla forskare, nationellt som internationellt. Exempel på sådana infrastrukturer är ICOS, som tillhandahåller växthusgasdata med minsta möjliga fördröjning via en dataportal (Carbon Portal) och attitydundersökningen European Social Survey (ESS) ERIC. För infrastrukturer som tillhandahåller experimentella faciliteter blir situationen annorlunda. Här skapas data som rör det specifika forskningsprojektets frågor. Även om sådana data också ska tillgängliggöras krävs dels information om den specifika kontexten inom vilken data skapats, dels måste hänsyn tas till projektets möjligheter att publicera sin forskning. Ansvaret för publiceringen av data kan i dessa fall antingen läggas på infrastrukturen eller delegeras till projektet. Ansvarsfördelningen ska vara tydlig och stipuleras i en datapolicy eller avtal som reglerar förhållandet mellan infrastrukturen och forskningsprojektet. En annan utmaning gällande infrastrukturers arbete med öppen tillgång till forskningsdata rör hanteringen av känsliga personuppgifter och patent men även data som omfattas av sekretess och som samlats in inom ramen för till exempel exempelvis intervju- och enkätundersökningar, individobservationer eller experiment där individer testas eller undersöks liksom data från register, biobanker, patientdata, genomsekvensering och kvalitetsregister.

Sedan förra guiden (2018) har införandet av regleringar på EU-nivå, som styr såväl tillgången till data för att genomföra forskning som tillgången på data som forskning resulterat i, implementerats på nationell nivå (bland annat EU:s dataskyddsförordning, GDPR, och lagen om den offentliga sektorns tillgängliggörande av data (2022:818), den så kallade öppna data-lagen¹²) och fler regleringar är under utarbetande och diskussion. Anpassningen av svensk lagstiftning till dessa regleringar behöver utformas på ett sådant sätt att forskningen kan nyttja existerande data och att en systematisk uppbyggnad av databaser möjliggörs. Longitudinella databaser måste kunna byggas upp med så kallade breda samtycken från de individer som lämnar uppgifter till forskningen.

Vetenskapsrådet finansierar infrastrukturer som har tillgängliggörande av forskningsdata som sitt syfte, som SND (Svensk Nationell Datatjänst) vars huvuduppgift är att stödja tillgänglighet, bevarande och återanvändning av forskningsdata och relaterat material, och SCB:s plattform för tillgängliggörande av mikrodata MONA (Microdata OnLine Access). Vidare utvecklar och finansierar Vetenskapsrådet RUT (Register Utiliser Tool); en tjänst som syftar till att underlätta för forskare att få snabb och kvalitetssäkrad överblick över vilka variabler som finns tillgängliga i svenska register, hur lämpliga de är att använda i en studie samt om och hur de kan kopplas ihop.

En kartläggning inom samordningsuppdraget visade bland annat att merparten av de av Vetenskapsrådet finansierade nationella forskningsinfrastrukturerna

¹² [Lag \(2022:818\) om den offentliga sektorns tillgängliggörande av data. Webbplats: Sveriges Riksdag](#)

hade en datapolicy och tre fjärdedelar av dessa policyer stipulerade öppna data. För kommande bidragsvillkor bör en policy som hanterar öppen tillgång till data vara ett grundkrav för de nationella infrastrukturerna Vetenskapsrådet finansierar.

Utveckling av maskininlärning och andra AI-metoder kommer att öka intresset för öppen tillgång till data. I många fall finns behov av att kunna länka data från flera källor, till exempel journaldata som länkas med data från nationella register. För att möjliggöra delning av data för forskningsändamål behövs möjligheter att genomföra analyser av delade data inom säkra plattformar.

Kostnaderna för e-infrastruktur vid infrastrukturerna kan både utifrån personalbehov och behov av hård- och mjukvara samt lagringsbehov för datamängder som tas fram och/eller tillgängliggörs förväntas att öka. Rekommendationen i Vetenskapsrådets rapportering för samordningsuppdraget om öppen tillgång (mars 2022) pekar på behovet av ett ökat finansiellt stöd för att uppnå öppen tillgång till forskningsdata. Detta behöver komma forskningsinfrastrukturerna till del.

1.12 Behov av information, utbildning och karriärvägar inom forskningsinfrastruktur

För att forskningsinfrastrukturerna ska vara synliga och tillgängliga för användare men också eftertraktade som arbetsplatser, krävs lättillgänglig information om infrastrukturerna (1.12.1). En annan aspekt som är ett fundament för flertalet infrastrukturernas framgång är att de erbjuder goda karriärmöjligheter (1.12.3). Jämställda miljöer och jämställd tillgång till forskningsinfrastrukturerna är en förutsättning för bästa möjliga utväxling av satsningarna på infrastrukturerna. Från och med 2022 ska infrastrukturerna med beviljat bidrag också inkomma med en plan för jämställdhet och därefter följa upp utvecklingen inom området i samband med den årliga återrapporteringen. Informationen om jämställdheten och arbetet med att utveckla den i de internationella infrastrukturerna är mer sparsam¹³.

Lärosäten, forskningsfinansiärer och disciplinernas företrädare har ett ansvar för att studenter och unga forskare får möjlighet att lära sig hur man kan använda olika infrastrukturerna i forskningen och att erfarna forskares kompetens kontinuerligt ökas (1.12.2). Sett i ett längre tidsperspektiv är sådana utbildningsinsatser avgörande för Sveriges status som forskningsnation.

1.12.1 Informationsbehov

För forskare kan det vara en stor utmaning att hitta rätt information om hur man får tillgång till en infrastruktur, vilka tjänster som erbjuds och vilket förarbete som krävs för att nyttja en specifik service. Behovet av ett målgruppsanpassat informationsflöde för att öka tillgängligheten och bredda användningen av infrastrukturerna har ökat drastiskt under de senaste åren i och med en snabb

¹³ [National benefits from Swedish membership in international research infrastructures 2016–2019 \(pdf\)](#)

utveckling inom bland annat e-infrastruktur, mer avancerad och specialiserad utrustning och till följd av att allt mer komplexa och interdisciplinära frågor adresseras inom forskningen.

1.12.2 Utbildningsbehov

Välfungerande infrastrukturer av nationellt intresse begränsar sig inte till att tillhandahålla forskningsresurser, utan tar även ansvar för utbildning av de forskare som önskar nyttja resurserna. Omvänt, för att kunna ta fram bästa möjliga data och experimentförhållanden, behöver även forskare vara involverade i val och utformning av metoder, verktyg och experimentmiljöer. En stark samverkan mellan de som nyttjar infrastrukturerna och de som utvecklar dem är nödvändig. Det kan gälla utbildningsmoment i grundutbildning såväl som doktorandkurser och direkt användarstöd.

Den pågående accelererande utvecklingen av e-metoder ställer nya krav på utbildning på grund- och forskarnivå och helt nya utbildningar med tyngdpunkt på nya e-vetenskapsmetoder behöver skapas för att möta framtida behov.

Bland annat inom humaniora finns det en förbättringspotential när det gäller kompetenshöjande insatser. Många humanistiska discipliner fokuserar på att lära upp skickliga individuella forskare som jobbar med begränsade och överskådliga käll- och datamängder, medan förmågan att arbeta med större och oöverskådliga datamängder förutsätter metodkunskaper som det nu råder brist på. Forskningsinfrastrukturinitiativ inom humaniora visar att en förändring är på väg, t.ex. inom språk och arkeologi, och i relation till de fält som benämns digitala humaniora. Digitala metoder och verktyg, liksom tillgången till och analysen av allt större mängder data, kräver intensifierade utbildningsinsatser på området.

1.12.3 Karriärmöjligheter

Med dagens snabba tekniska utveckling ställs allt större krav på att infrastrukturerna ska kunna tillhandahålla den senast utvecklade utrustningen som krävs för att generera ny kunskap. Med det följer också ökade krav på att kunna erbjuda ett specialiserat användarstöd och resurser att hantera och tillhandahålla de data som produceras, vilka båda förutsätter personal med specialistkompetenser. Utrymmet att vetenskapligt utveckla och effektivisera existerande infrastrukturer behöver förstärkas. Det är en förutsättning för att anpassa svensk forskning till de nya forskningsbehov som uppstår.

Långsiktighet och tydligare karriärvägar behövs för att kunna utveckla och behålla avancerade tjänster och meriteringsmöjligheterna inom det akademiska systemet hos lärosätena behöver vara tydliga. Idag är meriteringsmöjligheterna företrädesvis inriktade på en traditionell akademisk karriär, där meritering i form av forskningspublikationer väger tungt. Finansiering riktad mot unga forskare som vill göra karriär inom forskningsinfrastruktur är sparsam. Samtidigt behöver finansierarna i relevanta fall vara mer öppna än idag för att beakta andra meriter än de strikt akademiska vid till exempel bidragsansökningar.

Stiftelsen för strategisk forskning har utlyst ”SSF Research Infrastructure Fellows”¹⁴ till personer som sökt sig till alternativa karriärvägar vid forskningsinfrastrukturerna. Det kan exempelvis vara forskningsingenjörer, instrumentföreståndare, maskin- eller labbchef, det vill säga personer som aktivt utvecklar forskningsinfrastrukturer. Detta program är ett inspirerande exempel och fler liknande initiativ behövs framgent.

¹⁴ [Bidrag till dig som utvecklar forskningsinfrastruktur. Webbplats: Stiftelsen för Strategisk Forskning](#)

2 Rekommendationer och strategiska utvecklingsområden 2023–2026

Nedan följer ett antal övergripande åtgärder och rekommendationer rörande forskningsinfrastruktur av nationellt intresse. I kapitel 3 beskrivs nuläge, framtida behov och utmaningar för forskningsinfrastruktur inom olika ämnesområden.

Rekommendationerna utgår från en vision om att Vetenskapsrådets arbete ska bidra till attraktiva och långsiktigt hållbara satsningar på forskningsinfrastruktur som skapar förutsättningar för Sverige att förbli och fortsatt utvecklas som en stark forsknings- och kunskapsnation. Det innebär att de infrastrukturer som Vetenskapsrådet finansierar ska hålla hög internationell klass, vara tillgängliga för en bred användargrupp och erbjuda högkvalitativa resurser och användarstöd till alla användare. Det innebär också att det är nödvändigt med långsiktiga åtaganden med avsikt att möjliggöra stabil finansiering genom hela infrastrukturens livscykel.

Nedanstående rekommendationer inom ett antal övergripande områden pekar på vilka insatser som är nödvändiga för att visionen ska nås.

2.1 Samordna aktörer för en god och långsiktig finansiering av forskningsinfrastruktur.

Det behövs långsiktigt säkrade anslag avsedda för forskningsinfrastruktur, bland annat för att Vetenskapsrådet ska kunna hantera ökade kostnader i såväl nationell som internationell forskningsinfrastruktur. Nya satsningar på forskningsinfrastruktur ska ta utgångspunkt i strategiska överväganden och identifieras genom en behovsinventering med bred förankring.

Svensk forskning behöver stabil tillgång till forskningsinfrastruktur; något som i sin tur kräver en långsiktig och stabil finansiering. Den senaste forskningspropositionen från 2020 ökade finansieringen till forskningsinfrastruktur vilket säkrade pågående satsningar och möjliggjorde flera välmotiverade nyinvesteringar i befintlig infrastruktur. Men, fler åtgärder behövs för ett långsiktigt stabilt system för finansiering av forskningsinfrastruktur.

Långsiktigheten är avgörande för att få full utväxling av satsningar på forskningsinfrastruktur. För att garantera långsiktighet och en bra balans mellan nya satsningar respektive vidareutveckling och förnyelse av befintliga forskningsinfrastrukturer behöver Vetenskapsrådet få möjligheter till en större flexibilitet i medelsfördelningen över åren. Viktiga gemensamma resurser för forskningen måste kunna planeras oavsett konjunkturläge. För att skapa större

möjlighet till en ansvarsfull och långsiktig finansiering, liksom ökad ekonomisk förutsägbarhet, skulle utrymmet för anslagssparande och anslagskredit för forskningsinfrastruktur behöva ökas för att bättre kunna balansera mellan budgetår.

Ett aktivt engagemang från de lärosäten som medfinansierar en stor del av de nationella infrastrukturerna är av största vikt för att finansiärer och forskningsutförande organisationer ska kunna agera samordnat. Därutöver finns det planer på en fördjupad dialog om de långsiktiga strategiska prioriteringarna för att säkerställa att Sverige kan agera proaktivt i internationella sammanhang och få bästa möjliga utväxling av de nationella resurserna.

Kostnaderna för de tekniktunga internationella infrastrukturerna, där Sveriges åtaganden är mycket långsiktiga, har ökat kraftigt det senaste året framför allt på grund av ökade energipriser, dyrare komponenter och valutafluktuationer (se kapitel 1.7). För att i någon mån kunna hantera fördyrningarna i den budget som finns kan det i vissa fall bli aktuellt med begränsning av svenska forskares användning av infrastrukturer med höga användningsbaserade medlems- eller användaravgifter. I denna komplicerade ekvation behöver man även beakta att Sveriges agerande i fråga om satsningar på internationella forskningsinfrastrukturer kan påverka andra länders vilja att satsa på infrastrukturer i Sverige, som exempelvis European Spallation Source, och därför är det viktigt med en helhetssyn på forskningsinfrastrukturlandskapet.

2.2 Beakta infrastrukturers hela livscykel vid prioritering och finansiering

Då majoriteten av forskningsinfrastrukturerna har en mycket lång livscykel, finns behov av att kunna förändra såväl form av som nivå på stöd under livscykeln. För att möjliggöra arbetet med utveckling och prioritering av forskningsinfrastruktur, då olika behov ställs mot varandra, är det av stor vikt att forskningsinfrastrukturerna utvärderas och vägs mot forskningens behov och utvecklingen i hela landskapet av infrastrukturer.

Forskningsinfrastrukturer byggs upp och drivs som långsiktiga strategiska satsningar, och särskilt långsiktiga är ofta Sveriges engagemang i internationella infrastrukturer. Ett utträde ur en infrastruktur är ofta komplicerat och kräver lång framförhållning. Därför är det viktigt att göra en noggrann analys av de långsiktiga behoven för svensk forskning, och jämföra olika alternativ, innan beslut tas om svenskt medlemskap i en internationell forskningsinfrastruktur.

När det gäller de nationella infrastrukturerna är Vetenskapsrådet inte beroende av andra länders beslut, men hela infrastrukturens livscykel behöver beaktas även för dessa åtaganden. Vidare behöver hänsyn tas inte bara till nivån på finansieringen, utan också till vilken typ av stöd som behövs under infrastrukturernas olika faser – från planering via uppbyggnad och drift till i

vissa fall så småningom utfasning av Vetenskapsrådets stöd eller nedläggning av infrastrukturen.

Prioriteringar och strategiska diskussioner om behov av ny infrastruktur och fortsatt stöd till infrastruktur med pågående finansiering från Vetenskapsrådet behöver föras kontinuerligt. Som ett led i arbetet med att tydligare än idag inkludera frågan om livscykelänkande behöver de avvecklingsplaner som alla infrastrukturer med finansiering från Vetenskapsrådet har upprättat, tas i beaktande vid fortsatt utveckling av en infrastruktur.

Utvärderingar är ett viktigt verktyg för att utveckla en infrastrukturens verksamhet och ett komplement till den årliga återrapporteringen. En utvärdering har som syfte att vara kvalitetsdrivande både för finansiärer och medelsförvaltare. Utvärderingar kan också vara ett verktyg för att stödja beslut runt finansieringsnivån. Vid bedömning av ansökningar från infrastrukturer med pågående finansiering från Vetenskapsrådet kommer större vikt framgent att läggas på hur väl forskningsinfrastrukturen har utvecklats i föregående finansieringsperiod.

2.3 Stärk kopplingen mellan forskning och forskningsinfrastruktur inom alla vetenskapsområden

När forskningsfronten drivs framåt uppkommer också förändrade och nya behov av forskningsinfrastruktur, vilket behöver uppmärksammas i processerna som styr finansiering och prioritering av densamma. Vetenskapsrådet arbetar för att uppmärksamma infrastrukturbehov inom alla vetenskapsområden.

I takt med att forskningen utvecklas ökar också behovet av tillgång till forskningsinfrastruktur. Forskningsinfrastruktur inom alla vetenskapsområden behöver kontinuerligt utvecklas och stärkas när så är motiverat. Omvänt gäller också att forskningsinfrastruktur leder till att nya användningsområden identifieras och att redan etablerade användargrupperns behov förändras. Det finns idag områden som i högre grad än tidigare identifierar infrastrukturbehov. Hit hör bland annat delar av humaniora, konstnärlig forskning, teknikvetenskap och så kallad praktisknära forskning.

Inom humaniora finns det en stor potential i den pågående digitaliseringen av samlingarna hos arkiv, bibliotek och museer (ABM-sektorn). För att materialet ska komma forskningen till del krävs dock samordning och samsyn mellan ABM-sektorns och forskningens intressen.

Inom samhällsvetenskap finns idag ett ökande behov av digitaliseringsinsatser och datainhämtning från till exempel intervjuundersökningar, e-infrastruktur, datakoordinering, teknisk specialistkompetens, driftsstöd, samt metod- och verktygsutveckling.

Inom natur- och teknikvetenskap är instrumenttunga infrastrukturer ett vanligt inslag i forskningen. Behoven av dessa infrastrukturer kvarstår och de utvecklas ständigt med förfinande mätmetoder, nya tekniker etc.

Den explosionsartade tillgången till olika typer av data inom samtliga områden, tillsammans med ökande intradisciplinära inslag i forskningen, förväntas också leda till nya och ökade behov av infrastruktur. För att tydligare möta forskningens behov behöver Vetenskapsrådets arbete ske mer samordnat mellan RFI och Vetenskapsrådets övriga ämnesråd och kommittéer. Vetenskapsrådet avser att utveckla nuvarande behovsinventering så att den blir mer strategisk och med syfte att ytterligare stärka kopplingen mellan forskning och forskningsinfrastruktur.

2.4 Skapa tydliga karriärvägar och kompetensutveckling för personal vid forskningsinfrastrukturer

För att intressera de bäst lämpade forskarna till en forskningsinfrastruktur behövs attraktiva karriärvägar. Möjlighet till kompetensutveckling behöver öka för att möta behovet av avancerat användarstöd vid infrastrukturerna.

För att forskningsinfrastrukturerna ska vara tillgängliga för alla användare är det centralt att de bistår med experthjälp och avancerat användarstöd så att forskare som nyttjar forskningsinfrastrukturerna kan få maximal nytta av dem. För att forskare ska välja att engagera sig i uppbyggnad och utveckling av infrastrukturer behövs tydligare incitament än idag. Bland annat bör meriter från uppbyggnad, utveckling och drift av forskningsinfrastrukturer uppvärderas och beaktas vid tjänstetillsättningar och vid bedömning av forskares meriter bör såväl forskningsfinansiärer som lärosäten, när så är tillämpligt, tydligare än idag värdera meritering från arbete med forskningsinfrastruktur, oavsett om det gäller projekt- eller infrastrukturfinansiering.

Det finns ett behov av stödformer som främjar ett ökat intresse för att göra karriär vid forskningsinfrastrukturer. Ett exempel är det bidrag för forskningsinfrastruktur-fellows som SSF erbjuder. Forskarskolor i anslutning till infrastrukturer är ett annat sätt som tjänar två syften; dels blir doktoranderna kunniga användare, dels får de insyn i vad arbete med en forskningsinfrastruktur innebär.

2.5 Verka för ökad nytta av svenskt medlemskap i internationell forskningsinfrastruktur

Sverige ska verka för att medlemskapen i internationella forskningsinfrastrukturer ska ge mer tillbaka i form av såväl kompetens som ekonomisk tillväxt. De prioriteringar som behovsinventering och

utvärderingar leder fram till bör ingå i de avvägningar som görs om de internationella forskningsinfrastrukturerna.

Sveriges medlemskap i internationell infrastruktur ger forskare tillgång till ett stort antal avancerade internationella infrastrukturer som kompletterar och förstärker det nationella utbudet. Svenskt deltagande i internationella infrastrukturer bör fortsatt utvärderas av RFI och prioriteras efter deras nytta i det forskningsinfrastrukturlandskap svenska forskare har tillgång till.

Genom medlemskapen bidrar Sverige till såväl uppbyggnad som utveckling av dessa infrastrukturer. Inom många områden, exempelvis samhällsvetenskaplig forskning, är Sverige en viktig partner eftersom Sverige ofta används som jämförelseland inom forskning rörande till exempel reformer inom jämställdhet, föräldraförsäkring och pensioner.

Samtidigt som de internationella infrastrukturerna ger stora möjligheter för svenska forskare, är enskilda forskares inflytande på deras utveckling ofta begränsade. Förutom nyttjandet av forskningsinfrastrukturernas resurser bör ett ökat deltagande uppmuntras som sätt för forskare att bredda sin kompetens och därigenom få större nytta av medlemskapen, bland annat genom att medverka i utvecklingsprojekt (inklusive de som kan tillgodoräknas in kind) eller genom att ta anställning vid en infrastruktur.

De internationella forskningsinfrastrukturerna, liksom de nationella, är inte bara av betydelse för akademien. Exempelvis tar aktörer från näringsliv och forskningsinstitut del i instrument- och metodutveckling. Big Science Sweden (BiSS) har en viktig roll i att öka näringslivets nytta av forskningsinfrastrukturerna (se avsnitt 1.8). Svenska lärosäten och svensk industri bör också i högre grad än idag ta tillvara möjligheten att delta i upphandlingar eller utvecklingsprojekt, inklusive in kind-projekt. För att få större utväxling och i tid identifiera dessa möjligheter, behöver ett mera proaktivt och strategiskt arbetssätt utvecklas för att identifiera de kontrakt eller utvecklingsområden med störst potential för det svenska forskarsamhället och för svenskt näringsliv. Här är lärosätens engagemang en viktig del. I de fall behov kan tillgodoses genom in kind-leveranser bör Sverige sträva efter öka antalet in kind-kontrakt för att på så sätt minska det svenska kontantbidraget till infrastrukturen.

Vetenskapsrådets utvärderingar av svenskt utbyte av medlemskap i internationella infrastrukturer har generellt visat på högt vetenskapligt utbyte och samtidigt uppmärksammat behovet av internationell koordinering. Den senaste utredningen som publicerades 2021¹⁵ visade dock att samtidigt som nyttjandet

¹⁵ [National benefits from Swedish membership in international research infrastructures 2016-2019 \(pdf\)](#)

ofta var högt, behöver medvetenheten om vad som är tillgängligt för svenska forskare inom de internationella forskningsinfrastrukturerna stärkas.

2.6 Tillvarata potentialen av storskalig infrastruktur i Sverige

Storskalig infrastruktur i Sverige som ESS, MAX IV, SciLifeLab och NAISS har stor potential för svenska forskare och svenskt näringsliv. Långsiktiga resurser för deras drift och utveckling behöver säkras från regeringen, lärosätena och andra intressenter. Krav på högsta internationella standard behöver ställas på verksamheten.

ESS, MAX IV, SciLifeLab och infrastrukturen för nationella beräkningsresurser, NAISS (SNIC till och med 2022), är stora infrastrukturer av brett nationellt intresse. ESS, MAX IV och SciLifeLab får väsentliga delar av sin finansiering direkt från statsbudgeten medan Vetenskapsrådet tillför medel via konkurrensutsatta utlysningar eller i särskild ordning. Utveckling, utvärdering och prioritering av bidrag till delar av dessa infrastrukturers verksamhet behöver förstärkas.

Gemensamt för dessa storskaliga infrastrukturer är att de leder till unika möjligheter för svenska forskare samtidigt som de upptar en väsentlig del av den svenska infrastrukturbudgeten. För att infrastrukturerna ska kunna ge maximal nytta för det svenska forskarsamhället behöver de ges förutsättningar för långsiktigt arbete.

Etablerandet av den nationella synkrotronljusanläggningen MAX IV och den internationella neutronanläggningen ESS i Lund har inneburit, och innebär, stora åtaganden för Sverige som forskningsnation samtidigt som etableringarna ger Sverige möjlighet att vara ett internationellt centrum för forskning som nyttjar synkrotron- och neutrontekniker. Den samordning som redan nu sker med stöd av bland annat Vetenskapsrådets och Vinnovas ESS/MAX IV-kansli, ska framgent ytterligare öka möjligheterna att på bästa sätt ta tillvara de möjligheter det svenska värdskapet för ESS ger. Avsevärda möjligheter till samverkan mellan näringsliv och akademi är knutna till dessa infrastrukturer; något som bland annat Vetenskapsrådets riktade utlysningar om tillgängliggörande har haft som uppgift att stimulera, liksom utvecklingen inom Science Village¹⁶ och den kommande så kallade teknikparksfunktionen SPIRIT¹⁷.

Vetenskapsrådet och SciLifeLab samfinansierar ett antal nationella infrastrukturer men har olika finansieringscykler och styrningsmodeller och även olika gränsdragningar för vad som ingår i respektive infrastruktur. Detta skapar en otydlighet i vad som betraktas som en sammanhållen nationell infrastruktur

¹⁶ [Science Village Scandinavia AB. Webbplats: Science Village](#)

¹⁷ [SPIRIT – Swedish Platforms for advanced Infrastructures in Research, Innovation, and Technology. Webbplats: SPIRIT](#)

och medför också stora svårigheter att följa vad de olika satsningarna leder till och om deras service är nationellt likvärdig och internationellt konkurrenskraftig. Därför bör den statliga finansieringen av life science-infrastrukturer ses över för att säkerställa att multipla organisationsformer för en enskild service inte försvårar för infrastrukturerna och deras användare. Vidare bör SciLifeLab-relaterade infrastrukturers internationella konkurrenskraft utvärderas.

Data och olika typer av digital information är helt avgörande för att utveckla all forskning. Generering av data och behoven av att på olika sätt lagra data ökar i snabb takt samtidigt som frågor runt tillgänglighet av data växer. Utvecklingen av en infrastruktur för nationella beräkningsresurser som effektivt kan tillgodose dessa behov är av yttersta vikt och en viktig uppgift för NAISS när de från och med 1 januari 2023 övertar det nationella ansvaret från SNIC.

Beräkningsresurser, lagring av data, tillgängliggörande av data och utveckling av stöd behöver se till alla typer av användare och ha beredskap för förändrade behov.

2.7 Utveckla bidrags- och finansieringsformer för behov inom olika forskningsområden

Eftersom olika forskningsområden och olika faser av en infrastrukturens livscykel har olika finansieringsbehov behöver nya bidragsformer introduceras så att finansieringen svarar mot dessa behov.

RFI:s prioritering och finansiering av forskningsinfrastruktur genomförs idag främst genom en behovsinventering följt av en utlysning av bidrag till forskningsinfrastruktur av nationellt intresse där såväl nationell som internationell infrastruktur kan ingå. Det har under de senaste åren blivit allt tydligare att nuvarande prioriterings- och finansieringsmodell behöver kompletteras för att möta forskningens och samhällets behov.

Vissa forskningsområdens infrastrukturer är billiga sett till investeringar i anläggningar och teknik medan samma infrastrukturers kostnader av annat slag, för drift eller datainsamling, kan vara betydande. Vad som ska betraktas som infrastrukturkostnader behöver utgå ifrån olika infrastrukturuområdens behov.

Då och då uppstår situationer i vilka Sverige behöver fatta snabba beslut rörande finansiering av forskningsinfrastruktur oftast i internationella sammanhang. Detta inkluderar medlemskap i internationella forskningsinfrastrukturer, samarbetsprojekt mellan svenska forskare och forskare vid infrastrukturerna, till exempel i syfte att utveckla avancerad teknik och metoder, men även bidrag för medverkan i uppbyggnad och drift av internationell infrastruktur, till exempel genom in-kind-bidrag. Här behövs en större flexibilitet, exempelvis genom att ha utlysningar utanför tvåårscykeln eller genom att skapa specifika bidragsformer.

Inom ramen för svenskt deltagande i internationella infrastrukturer, inte minst i samband med uppbyggnads- eller utvecklingsprojekt, är det inte ovanligt att det sker förseningar och fördröjningar. Det är därför angeläget att integrera riskanalyser, beredskapsbudget och ansvarsfördelning för dessa redan i ansökningsförfarandet och följa upp dem för att kunna hantera uppkomna förändringar tillsammans med medelsförvaltaren.

I det svenska systemet för finansiering av forskningsinfrastrukturer har svårigheter identifierats för forskare att via sina lärosäten få finansiering för inköp och utveckling av medelstor utrustning och databaser samt den personal som krävs för att underhålla och driva dem. Lärosäten som idag har etablerat interna processer för att se till sådana behov skulle kunna fungera som goda förebilder.

2.8 Ge bättre förutsättningar för forskning genom öppen tillgång till forskningsdata

Särskilda finansiella satsningar behöver göras för att infrastrukturer ska kunna anpassa sig till och stödja ett ökat öppet tillgängliggörande av forskningsdata. Arbete mot öppen tillgång av forskningsdata måste ske samordnat och i samverkan mellan lärosäten, forskningsinfrastrukturer och forskningsfinansiärer. I anpassningen av svensk lagstiftning behöver man ta hänsyn till förutsättningar för forskningen att nyttja existerande data.

Ökande krav på öppen tillgång till forskningsdata kommer ha stor påverkan på forskningsinfrastrukturer som ofta redan genererar, hanterar eller tillgängliggör stora datavolymer. För att öka tillgängligheten av öppna data krävs såväl teknisk utveckling som ekonomiska resurser och tillgång till expertis i etiska och juridiska frågor runt öppenhet. Principer måste tas fram för vilka data som ska göras öppet tillgängliga, och datahantering för öppna data behöver i större utsträckning följa FAIR-principerna så att investeringen i öppna data även resulterar i data som är brett återanvändbara.

I EU:s datastrategi från 2020 har European Open Science Cloud (EOSC) en central roll för forskning och innovation. Ambitionen är att i EOSC binda samman och bygga vidare på befintliga lösningar och infrastrukturer inom EU för att skapa en gemensam virtuell miljö som tillhandahåller tjänster för lagring, hantering, delning, analys och användning av forskningsdata. Sveriges engagemang i detta projekt är strategiskt viktigt och bidrar till att utveckla det nationella arbetet med öppen tillgång till forskningsdata. Sömlös delning av forskningsdata och tillhörande tjänster över nationella gränser och forskningsdiscipliner har en enorm potential att driva forskningens utveckling framåt. Fler svenska lärosäten och forskningsinfrastrukturer bör engagera sig i initiativet.

2.9 Utveckla samordning och prioritering av forskningsinfrastrukturer av nationellt intresse

Ökad och breddad samordning av arbetet med forskningsinfrastrukturer med fokus på en strategisk agenda som engagerar forskarsamhället och andra aktörer gör Vetenskapsrådet till en starkare forskningspolitisk rådgivare i frågor om forskningsinfrastruktur.

Såväl utredningen om stärkt fokus på framtidens forskningsinfrastruktur¹⁸ som frågeställningar uppkomna under RFI:s arbete med behovsinventering och guide, visar på ett fortsatt behov av utveckling av Vetenskapsrådets arbete med forskningsinfrastrukturer. Både den långsiktiga och den strategiska betydelsen av infrastrukturen understryker behovet av strukturerad samverkan både mellan RFI och Vetenskapsrådets övriga beslutande organ, inklusive styrelsen, och med externa intressenter såsom lärosäten, regioner, näringsliv och andra forskningsfinansiärer. En sådan samordning möjliggör en starkare strategisk agenda och mer underbyggda forskningspolitiska ställningstaganden när det gäller behov och prioritering av forskningsinfrastruktur.

Det rådande budget- och omvärldsläget förstärker behovet av tydliga prioriteringar av satsningarna på infrastruktur och understryker vikten av ett strategiskt arbetssätt. Samtidigt finns ett behov av att förenkla arbetet, då nuvarande processer är relativt komplicerade och ibland ottydliga vad gäller roller, ansvar och befogenheter.

Vid prioritering av forskningsinfrastruktur kan pågående och kommande samhällsutmaningar och möjligheten att bedriva forskning av speciell vikt för Sverige vägas in i prioriteringarna, utan att göra avkall på kraven på högsta vetenskapliga kvalitet. Här behöver dialog och samverkan med andra aktörer, som till exempel forskningsfinansierande och forskningsutförande organisationer samt näringsliv och regioner, utvecklas och fördjupas.

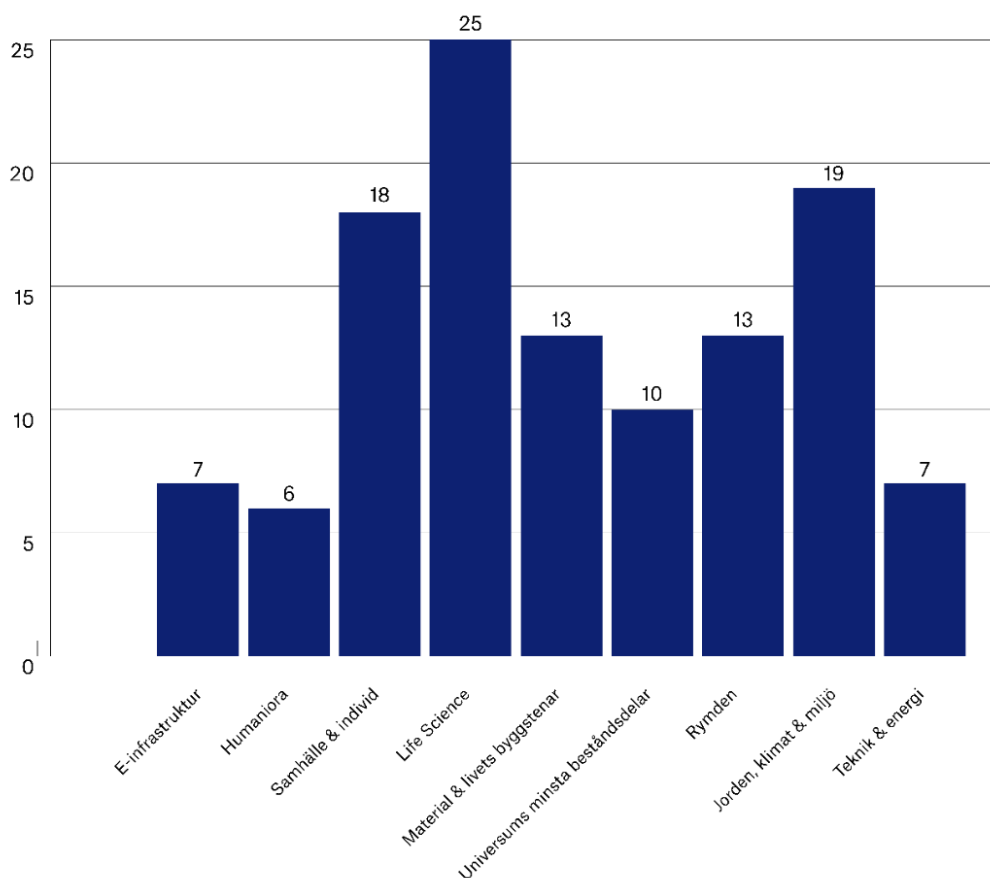
I dagsläget finns begränsad samverkan med näringslivet i framtagande av långsiktiga strategier liksom vid drift och deltagande i utveckling av forskningsinfrastrukturer. Det finns visserligen svårigheter, till exempel konkurrensaspekter, men också en outnyttjad potential. En stor potential finns också i ökad samverkan med regioner och kommuner, inte minst inom medicinsk och klinisk behandlingsforskning. I sådan samverkan är tillgängliggörande av data en avgörande fråga.

¹⁸ [Stärkt fokus på forskningens infrastruktur \(pdf\)](#)

3 Utveckling och behov inom ämnesområden

Vetenskapsrådet finansierar, i olika grad, ett stort antal forskningsinfrastrukturer av nationellt intresse, både nationella och internationella. I Appendix 1 visas en lista på forskningsinfrastrukturer med pågående stöd från Vetenskapsrådet. Av listan framgår bland annat att medan en del forskningsinfrastrukturer är riktade mot ett specifikt ämnesområde är andra relevanta inom flera områden. I figuren nedan är antalet forskningsinfrastrukturer med pågående stöd från Vetenskapsrådet fördelade per ämnesområde (Figur 6). Som framgår av figuren är life science det område som berörs av flest infrastrukturer (25 stycken), följt av jorden, klimat och miljö (19 stycken), och samhälle och individ (18 stycken). Antalet infrastrukturer som är verksamma inom humaniora, e-infrastruktur samt teknik och energi är färre till antalet.

Figur 6. Antalet infrastrukturer med stöd från Vetenskapsrådet fördelat på ämnesområden, november 2022.



I avsnitt 3.1–3.9 nedan beskrivs såväl nuläge och utveckling som framtida behov och utmaningar specifika för respektive ämnesområde. Varje avsnitt inleds med

en kort beskrivning av viktiga framsteg inom prioriterade områden sedan 2018 års guide.

3.1 e-infrastruktur

I guiden från 2018 lyfts betydelsen av att säkerställa åtkomst till nätverk, lagring och datorresurser samt användarstöd och att Sverige deltar aktivt i de internationella sammanhangen. Sedan dess har det tagits beslut om en ny organisation för nationella beräknings- och lagringsresurser (NAISS). Det svenska arbetet med ESOC och Euro-HPC har intensifierats.

Forskningens behov av e-infrastruktur ökar kontinuerligt. Drivkrafter för de ökande behoven inbegriper teknisk utveckling som möjliggör mer omfattande problemställningar inom traditionellt beräkningstunga forskningsområden såväl som ny experimentell utrustning med högre upplösning. Detta medför substantiellt större datamängder vilket innebär nya e-infrastrukturutmaningar för lagring och analyser. Dessutom drivs utvecklingen snabbt av utbredd digitalisering av ämnesområden som traditionellt inte haft så stora behov, till exempel inom humaniora, samhällsvetenskap, ekologi och klinisk medicinsk forskning. En bidragande orsak till detta är ett ökande intresse för datadriven forskning och för att tillämpa metoder såsom maskininlärning och artificiell intelligens.

Med e-infrastruktur avses utrustning, tjänster och resurser som möjliggör beräkningar, analys, kommunikation, bearbetning och tillgängliggörande av data. Därmed ingår till exempel beräkningssystem, lagring, nätverk, infrastruktur för att tillhandahålla digitala tjänster och verktyg samt expertis och användarstöd för att dessa resurser ska kunna nyttjas på bästa sätt. e-infrastruktur tillhandahålls av specialiserade infrastrukturer, som del av ämnesspecifika infrastrukturer, av lärosäten, av internationella organisationer och av kommersiella aktörer. Utöver att vara en förutsättning för forskning inom i stort sett alla ämnesområden är e-infrastruktur ett område under snabb utveckling och gränsen mellan vad forskare, forskningsprojekt, universitet och nationell/internationell infrastruktur ansvarar för är inte tydlig i alla fall.

e-infrastruktur omfattar utrustning och tjänster för digital analys av information inom många ämnesområden. Möjligheter och erfarenheter av tillgängliggörande och bearbetning av data varierar stort samt bör ske med omsorg, och i vissa fall under sekretess, för att skydda individer, forskargrupper och industriella företrädare. Forskning och praktik inom cybersäkerhet är av stor vikt för att garantera konfidentialitet, tillgänglighet och integritet för tjänster och data. Detta såväl för att förhindra att data missbrukas eller modifieras som för att garantera användares och leverantörers digitala integritet. Värdet av forskningsdata, dess bevarande, kvalitetssäkring och tillgängliggörande, ställer nya krav på väl fungerande och användarvänlig e-infrastruktur.

Forskning inom e-infrastruktur har en stor spännvidd från mer traditionell datorarkitektur och algoritmutveckling till användargränssnitt till helt nya tekniker såsom kvantdatorer. En del av denna forskning sker inom strategiska e-science centra, men mycket utförs även inom ämnesspecifika områden drivna av forskningsfrågor.

3.1.1 Nuläge och utveckling

Det befintliga landskapet av e-infrastruktur för forskning är i en omfattande förändringsprocess. På internationell nivå etablerar sig betydelsefulla initiativ, såsom europeiska partnerskapen EOSC, för att publicera, hitta och återanvända forskningsdata, verktyg och tjänster och EuroHPC Joint Undertaking (JU), för att göra Europa konkurrenskraftigt inom High Performance Computing (HPC). Riktlinjer och lagstiftning för datahantering utvecklas löpande, vilket får konsekvenser för forskningen, och nya forskningsinfrastrukturer genererar allt större mängder data som behöver transporteras, lagras och analyseras. Sverige medverkar aktivt i EuroHPC JU, både i form av investeringar i HPC (superdatorn LUMI som samägs av EuroHPC JU och ett konsortium av 10 länder) och via deltagande i forskningsprogram och kompetenshöjande satsningar där Vetenskapsrådet och Vinnova medfinansierar projekt med svensk medverkan. Första implementeringsfasen av EOSC pågår, med målet om tillgänglighet för forskare 2025.

Internationaliseringen och digitaliseringen av forskningen leder till nya arbetsätt och metoder och en ökad samordning av IT-system inom många forskningsfält. Molnbaserade tjänster används i allt större utsträckning och ersätter i vissa fall traditionell användning av HPC. En grundläggande förutsättning är samordning och standardisering av elektroniska identiteter där paraplyorganisationen GÉANT har en viktig roll.

Inom till exempel medicin och livsvetenskap pågår flera initiativ för att standardisera och dela biologiska och kliniska data där det finns stora tekniska och juridiska utmaningar vad gäller känsliga data, dataformat och hantering. Sverige deltar i globala initiativ som GA4GH och europeiska initiativ inom exempelvis EMBL/EBI och ELIXIR. På nationell nivå finns metadataverktyget RUT för att söka och kombinera metadata från register som finns hos regioner och myndigheter. Inom en del forskningsområden sker framgångsrika nordiska e-infrastruktursamarbeten, till exempel projekt inom ramen för NeIC (Nordic e-Infrastructure Collaboration) och NordForsks initiativ Nordic Commons som verkar för en säker infrastruktur för hälsodata.

Nationella tjänster för hantering och lagring av data utvecklas kontinuerligt. Till exempel har SND tillsammans med lärosätenas lokala enheter för datahantering samt SUNET tagit fram en tjänst för lagring och tillgängliggörande av forskningsdata, DORIS. SUNET har även andra lagringstjänster för olika sorters behov i sitt tjänsteutbud. SciLifeLab har en satsning på ämnesspecifika datanoder som del av programmet Data Driven Life Science. Vetenskapsrådet tillhandahåller via SUNET en tjänst för att skapa datahanteringsplaner som lärosäten kan ansluta sig till.

En ny organisation för ledning, styrning och finansiering av nationella beräkningsresurser och tillhörande tjänster, NAISS (tidigare SNIC), är på plats sedan 2023. Av största vikt är ett kontinuerligt stöd till den omfattande forskning som är beroende av dessa resurser vilket kräver en adaptiv organisation med god förmåga att både fånga upp forskarnas behov och att anpassa sig till teknikens snabba utveckling och till det internationella e-infrastrukturlandskapet.

Behovet av e-infrastruktur ökar bland forskningsinfrastrukturer. I många fall är en viktig del av behovet e-infrastrukturkompetenser inom infrastrukturen som kan säkerställa ett kostnadseffektivt och brett nyttjande. Som exempel kan nämnas ICOS Carbon Portal där man tar ett helhetsgrepp för användargränssnitt och aggregerade data för forskare med olika bakgrund och behov.

I takt med att nya instrument och anläggningar börjar generera data (exempelvis MAX IV, ESS och SKA) och med utvecklingen inom datadriven forskning, artificiell intelligens, maskininlärning och kvantdatorer, med initiativ såsom SciLifeLab and Wallenbergs National Programs (DDLS, WASP, WQCQT, WISE, etc.) sker snabba förändringar i forskningslandskapet som leder till större och bredare e-infrastrukturbehov i form av hårdvara, avancerat användarstöd, utbildning samt samordning.

3.1.2 Framtida behov och utmaningar

Efterfrågan på e-infrastruktur är stor och kommer att öka framöver med bredare forskningsbas. Landskapet förändras snabbt och det krävs både långsiktig planering och snabbfotad anpassning till omvärlden för att svensk forskning ska kunna förbli vid eller nå forskningsfronten.

En allmän trend är att nya experiment producerar stora mängder data (ökad detektortäckning, samplingsfrekvens, osv) varför databehandling blir mer och mer komplex och kräver tillgång till lagrings- och datorresurser som normalt inte är tillgängliga för enskilda användargrupper. Därför krävs en vidareutveckling av strategier, infrastruktur och användarstöd kring hantering av stora datamängder. Förberedande arbete inför införande av öppen tillgång till forskningsdata bör också ske. Det finns behov av att säkerställa fullgod tillgång till kraftfulla nationella superdatorresurser samt effektiv lagring för analys av genererade data för fortsatt utveckling av beräkningsintensiv forskning. I likhet med många andra områden produceras inom livsvetenskaperna allt större och mer komplexa datamängder och därmed växer också forskningens behov av hjälp och stöd inom bioinformatik. Redan i förra guiden påtalades de stora krav som ställs på kunskap och datakapacitet för att analysera och lagra data och då det i många fall rör sig om potentiellt känsliga data från individer ställs också särskilda krav på säker hantering.

Fortsatt aktivt engagemang i internationella initiativ som EuroHPC och EOSC är viktigt för att fortsatt kunna möta forskarsamhällets behov. Engagemanget är viktigt både för att få tillgång till resurser samt kunna följa och delta i utvecklingen av nya tjänster, standarder och cybersäkerhetsåtgärder, men även för att ge goda möjligheter för svenska forskargrupper att delta i internationella

projekt. I linje med detta behöver samarbeten på nordisk nivå stärkas för att ge ökade möjligheter till inflytande på europeisk och internationell nivå.

Ökad samordning och interaktion mellan forskningsinfrastruktur, lärosäten och offentlig sektor krävs avseende hantering, kvalitetssäkring och tillgängliggörande av data för att möjliggöra ny forskning samt för att skapa samordnings- och effektivitetsvinster. Exempelvis inom medicin och livsvetenskaper finns det etiska och praktiska utmaningar för att samordna biobanker och databaser där initiativ på nordisk och europeisk nivå kan vara vägar framåt. Liknande utmaningar finns även inom samhällsvetenskap och humaniora. Frågeställningar inom dessa områden har medfört att arbete har inletts för att förbättra koordinationen mellan olika typer av datakällor och att använda storskaliga data för forskning på ett effektivt sätt. Bland annat handlar arbetet om att koordinera och dela information mellan regioner och länder utan att äventyra datasäkerheten. Gränserna mellan olika discipliner är också på väg att suddas ut och forskare från olika fält kommer att allt mer vara beroende av samma e-infrastrukturer.

Det finns ett fortsatt och ökande behov att tillse att avancerat användarstöd samt delar av mjukvaruutveckling ingår i forskningsinfrastrukturer för kostnadseffektiv samt breddad användning. Exempelvis inom klimat, miljö och hälsa kan då forskningsdata tillgängliggöras på ett sätt som kan användas av samhällsfunktioner och industri för att lättare nå FN:s hållbarhetsmål.

Samordningen mellan Vetenskapsrådet, KAW och andra större satsningar inom e-infrastrukturuområdet behöver stärkas för att skapa bästa möjliga miljö för forskarna och därmed öka potentialen för att stärka forskningens bredd och spets.

3.2 Humaniora

I 2018 års guide lyftes digital humaniora fram som ett område under stark utveckling och i behov av forskningsinfrastruktur för att tillvarata, koordinera och tillgängliggöra data, samt skapa verktyg och metoder för humanistisk forskning. Genom medel tillskjutna via den senaste forskningspropositionen kunde RFI bevilja bidrag till två nya forskningsinfrastrukturer inom humaniora: SveDigArk och Huminfra. Dessa satsningar kommer bland annat att kunna leda till att komplexa datadrivna analyser kan göras på data som tidigare inte varit tillgängliga eller koordinerade. Detta bidrar i sin tur till att unik och för dagens samhällsutmaningar mycket viktig forskning kan utföras, till exempel gällande relationerna människa-miljö-kultur.

Humanistisk forskning hjälper till att förstå och förklara hur mänskliga uttryck, tankar och interaktioner fungerar idag, i det förflutna och i framtiden. Genom nya kunskaper, perspektiv och innovationer bidrar området till att hantera den mångfald av samhällseliga utmaningar och möjligheter världen står inför idag.

Sådana frågor behandlas även inom andra vetenskapsområden men genom långa tidsperspektiv, breda språkliga kompetenser och kritisk distans har humaniora en avgörande roll för att adressera dem.

Forskningsinfrastrukturer är av stor betydelse för ny banbrytande forskning även inom humaniora. Mängden material som är relevant för humanistisk forskning ökar och digitaliseras vid arkiv, bibliotek och museer. Allt fler människor tillbringar sina liv online och alltmer av kulturella uttryck produceras och konsumeras digitalt (debatt, litteratur, musik, konst, spel, video, med mera). Datainsamling, datakoordinering och analys kräver infrastrukturresurser utöver vad enskilda forskningsprojekt kan tillhandahålla. Liksom inom andra vetenskapsområden behöver humaniora tillgång till verktyg och metoder för att möjliggöra god och effektiv analys av stora datamängder. Humanistisk forskning blir dessutom allt mer interdisciplinär och inom flera ämnen används experimentella tekniker och metoder från naturvetenskap och medicin för att samla in och analysera forskningsdata. Inom språkteknologisk forskning tillämpas digital teknik och AI för att utveckla algoritmer för identifiering av desinformation på internet – ett modernt exempel på källkritik. Hjärnabildningsmetoder (MR, MEG, EEG) är viktiga inom språk- och kognitionsforskning för att bättre förstå hur den mänskliga hjärnan bearbetar information. Nya verktyg utvecklas för att bland annat underlätta inläring av språk och andra kognitiva förmågor. Inom arkeologisk och historisk forskning används synkrotron- och neutronkällor för att undersöka olika typer av äldre föremål.

Möjligheten att digitalisera och koordinera olika datasamlingar till sammanhängande databaser bidrar till att utveckla och förändra frågeställningar och tolkningar av historiska och samtida händelseförlopp. Digital text- och bildanalys bidrar till att kunna läsa och se mönster i stora mängder text, musik och bild. Genom en kombination av GIS-teknik och en tidsskala kan data i tid och rum visualiseras. Med hjälp av 3D-modellering kan svunna eller uppbyggda miljöer och artefakter återskapas. Tillsammans bidrar dessa tekniker till nya frågeställningar och tolkningar som rör förändringar i plats över tid.

För humanistisk forskning är det viktigt att inom ramen för nationella och internationella forskningsinfrastrukturer kunna koordinera och nyttja data från flera länder och tidsperioder för jämförande studier. När forskare inom humaniora samordnar sig samt målmedvetet och strukturellt arbetar fram nya problemområden, som kan matchas av relevanta infrastrukturer, ger detta ökade möjligheter för banbrytande forskning.

3.2.1 Nuläge och utveckling

Inom humaniora består moderna forskningsinfrastrukturer av digitaliserat material, digitala verktyg och anpassade forskningsmetoder som tillsammans möjliggör tvärvetenskaplig och tvärmotodologisk forskning inom flera forskningsfält. Humanisters insikter i arkiveringsprinciper, bevarandefrågor och inte minst källkritik och frågor som relaterar till personlig integritet och etik, bidrar på ett avgörande sätt till uppbyggande av högkvalitativa infrastrukturer.

Det finns samtidigt stora behov av sammanhållna lösningar för produktion, koordination, tillgängliggörande och långsiktigt bevarande av digitalt och digitaliserat material för forskningsändamål. Pågående initiativ för att stärka forskningen via förbättrade databaser för exempelvis språk-, historie- och kulturvetenskaper, samt en systematisk digitalisering av samlingar i arkiv, bibliotek och museer är viktiga moment i detta. Detta kan dock endast ske genom att de stora dataproducerande aktörerna samarbetar om metoder, verktyg, teknik och utbyte av data. Inom arkeologiämnet har länge metoder och verktyg från naturvetenskapliga discipliner nyttjats, vilka utvecklas snabbt och resulterar i än bättre kunskap om förhistoriska utvecklingar och deras kronologi, samt samspelet mellan människor, natur och klimat. Humanistlaboratorier bidrar med digitala instrument och expertis för att på innovativa sätt analysera och laborera med forskningsdata, inom till exempel digital textanalys, spatiotemporal och 3D-datavisualisering.

När det gäller internationell forskningsinfrastruktur är Sverige bland annat medlem i CLARIN ERIC, ett konsortium vars syfte är att skapa och underhålla språkteknologiska verktyg och samlingar med digitala material. CLARIN ERIC skapades utifrån en vision om att alla digitala språkresurser och verktyg, inom Europa men även utanför, ska vara tillgängliga via en online-miljö för att stödja forskare inom framför allt humaniora och samhällsvetenskap. SWE-Clarín är svensk nod i konsortiet och har finansiering från Vetenskapsrådet. Sedan 2018 finansierar Vetenskapsrådet också forskningsinfrastrukturen SwedPop som samordnar de viktigaste, och världsunika, historiska befolkningsdatabaserna i Sverige till en gemensam resurs för forskning. SwedPop kommer inte bara att vara av vikt för forskare inom humaniora utan även inom samhällsvetenskap och, i viss utsträckning, medicin.

I förra guiden och guidebilagan påtalades ett behov av nationella infrastrukturer för humanistiska laboratorier samt digital arkeologi. Från och med 2022 finansierar Vetenskapsrådet två nya forskningsinfrastrukturer inom humaniora, Huminfra och SveDigArk. Huminfra syftar till att främja svensk forskning inom framförallt humaniora och konstnärlig forskning genom att koordinera och utveckla befintliga digitala resurser och kompetenser, metoder, verktyg och utbildningsmöjligheter i Sverige. Syftet är att skapa en gemensam plattform för ökad interoperabilitet samt bättre och mer strategiskt resursutnyttjande inom humaniorafältet. SveDigArk, en nationell infrastruktur för arkeologi, har stor möjlighet att göra svensk forskning tongivande genom att dels förbättra kvaliteten på redan insamlade data, dels samordna data i syfte att ge tillgång till en helt ny generation forskningsdata som kan läggas till grund för ny kunskap. Forskningsinfrastrukturen möjliggör vidare ett ökat nationellt och internationellt samarbete mellan arkeologisk forskning och forskning inom exempelvis forntida DNA, klimatologi, historia, kvartärgeologi, agrarhistoria, geografi och osteologi.

3.2.2 Framtida behov och utmaningar

En ökande del av den humanistiska forskningen blir allt mer kvantitativ, experimentell, gränsöverskridande och metodologiskt avancerad. Forskare inom konst och humaniora förlitar sig allt oftare på information i digital form (till

exempel digitaliserade texter, artefakter i olika kulturarvssamlingar, data från sociala medier och andra nätbaserade plattformar, etc.) och tillhörande tjänster, verktyg och forskningsmetoder. I synnerhet det fält som brukar omnämnas digital humaniora svarar för ett väsentligt utvecklingsarbete vad gäller såväl forskningsmetoder som forskningsverktyg. Utvecklingen på det här området går mycket fort och pekar mot ett kvalitativt skifte i fråga om metodik och mängden processerbara data. Behovet ökar därför av infrastrukturer och verktyg som stöder humanister som behöver kunna hantera digitalt och digitaliserat material.

Som påtalades i regeringens proposition 2020 spelar humaniora en viktig roll i tvärdisciplinär forskning som har som mål att öka och utveckla Sveriges förmåga på exempelvis informations- och cybersäkerhetsområdet. Olika nationella forskningsinfrastrukturer, såsom nämnda Huminfra, SWE-Clarín, SveDigArk, samt den tvärdisciplinära infrastrukturen Infravis tillämpar och tillgängliggör nya teknologier för att ta fram verktyg och metoder för att bearbeta, analysera och visualisera olika typer av data. Det finns ett behov av att öka satsningen på detta område.

Sveriges kulturarvsinstitutioner och lärosäten förvaltar redan stora och synnerligen värdefulla infrastrukturer för forskning i form av arkiv, bibliotek och register. Samlingarna inom dessa institutioner är i stor utsträckning ännu ej digitaliserad, och endast en mindre del har gjorts maskinläsbara och därmed blivit tillgängliga för nya forskningsmetoder. Det finns därför ett fortsatt stort behov av kulturarvsdigitalisering på bred och samlad front. Exempelvis lägger de svenska forskningsbiblioteken nu grunden för att gemensamt digitalisera allt svenskt tryckt material. Skulle finansieringen, och frågor som rör bland annat upphovsrätt, för detta lösas kommer det att utgöra en unik forskningsresurs för stora delar av det humanistiska fältet. Vidare har under de senaste åren olika forskningsfinansiärer tagit initiativ för att tillgängliggöra och harmonisera redan digitaliserat kulturarv. Initiativen är lovvärda, men det är fortfarande av största vikt att kulturarvsdata samordnas i relation till forskningsfrågor och problemområden, till exempel genom att digitaliseringsinitiativ svarar mot forskningsbehovsformulerade områden för infrastrukturella satsningar. För att kulturarvsdata som digitaliserats ska vara användbart nu och i framtiden krävs vidare att det finns aktörsgemensamma infrastrukturer som stöder formatering, harmonisering, aggregering, samt utbyte och långsiktigt underhåll av både data och metadata. Utan sådan kurering riskerar kulturarvsdata, trots ett digitalt format, att snart bli föråldrat.

Digitalisering av bland annat kulturarvsmaterial har ofta genomförts på initiativ av och inom ramen för enskilda forskningsprojekt eller av enskilda forskargrupper. Det har, å ena sidan, medfört att forskning och infrastruktur i många fall utformats hand i hand, vilket också gjort att nya forskningsfrågor, kombinerade metoder och kompetenser utvecklats i takt med de nya forskningsresultat som kunnat tas fram med hjälp av infrastrukturen. Å andra sidan har det inneburit att den humanistiska infrastrukturen som helhet betraktad är delvis fragmenterad, samt att användningen är ojämnt fördelad geografiskt och ämnesmässigt. Vid lärosätena finns fortsatt stora behov av särskild infrastrukturkompetens för att tillgängliggöra och underlätta rätt användning av

forskningsinfrastruktur. Huminfra, som beviljades infrastrukturbidrag från Vetenskapsrådet 2021, är ett exempel på infrastruktur som kan bidra till detta.

3.3 Samhälle och individ

I “Vetenskapsrådets analys som underlag till regeringens forskningspolitik” 2019, pekade rådet på behovet av att säkra forskares tillgång till nödvändig infrastruktur och på vilka konsekvenserna riskerade att bli om inte mer medel tillskötts forskningsinfrastruktur. Exempelvis skulle den pågående satsningen på samordningen av individdatabaser inom samhällsvetenskap och medicin behöva avbrytas vilket bland annat riskerade att leda till avbrott i viktiga datainsamlingar och arbetet med tillgängliggörande av datamaterial för en bredare användarbas att stå utan finansiering. Det fanns också en risk för svenskt utträde ur ESS (European Social Survey) ERIC och SHARE ERIC. Genom att medel tillskötts Vetenskapsrådets arbete med forskningsinfrastruktur, via den senaste forskningspropositionen, kunde denna viktiga satsning på individdatabaser fortgå och data fortsätta samlas in och göras tillgänglig inom ramen för ett stort antal longitudinella undersökningar.

I 2018 års guide beskrevs behovet av att samordna existerande kontextdatabaser, dvs. data rörande institutionella förhållanden, lagstiftning, demokrati, organisering av välfärdspolitik, väpnade konflikter med mera. 2019 och 2021 beviljade Vetenskapsrådet forskningsinfrastrukturen Demscore medel för etableringen av sin verksamhet och i och med ovan nämnda tillskott kunde även en kontinuerlig insamling av data säkras.

Samhällsvetenskaplig forskning hjälper till att förklara hur våra samhällen fungerar och påverkar oss. Den ger en förståelse för hur enskilda, liksom grupper av individer, reagerar på förändringar i samhället, men också för hur samhällsliga institutioner och styrelseskick fungerar. Samhällsvetenskaplig forskning är dock inte begränsad till sociala strukturer och individuellt handlande, utan är också av avgörande betydelse för så vitt skilda utmaningar som klimatförändring och pandemier. För att klara av att hantera sådana fundamentala utmaningar på bästa sätt krävs förutom tekniskt och medicinskt kunnande en förståelse för samhällsliga processer, liksom bred kunskap om individens roll i samhället.

Forskningsinfrastrukturer för samhällsvetenskaperna kan se mycket olika ut. Det kan exempelvis handla om stora frågeundersökningar över levnadsvillkor, attityder, och politiskt handlande, men kan också utgöras av registerdata som samlats in och sammanställts av olika myndigheter. Det är viktigt att påpeka att samhällsvetenskaplig, humanistisk och medicinsk forskning på många sätt närmast sig varandra, inte minst när det gäller forskning på individ- och registerdata. För att förstå kopplingen mellan genetiskt givna förutsättningar och sociala utfall på individnivå krävs exempelvis att data om arvsanlag kopplas till

samhällsvetenskapliga data. Detta har underlättats av de forskningsinfrastrukturer som byggts upp under de senaste åren, exempelvis via den satsning på samordning av individdatabaser inom samhällsvetenskap och medicin som Vetenskapsrådet gjorde 2017 (se nedan).

Infrastrukturer inom samhällsvetenskaperna består också av breda samlingar av kontextuella data som beskriver hur våra samhälleliga institutioner ser ut och utvecklas över tid. En länkning mellan sådana databaser och individdata är ofta av stor nytta för forskningen. Kontextdata omfattar de ekonomiska, sociala, och värderingsmässiga omgivningar och strukturer inom vilka individer lever och verkar, exempelvis hushåll, företag och länder men även sådant som exponering för dålig arbetsmiljö, luftföroreningar eller andra miljökomponenter. Därtill kan läggas digitala kontexter, exempelvis olika typer av internetbaserade miljöer som YouTube och Twitter. I många fall krävs uppbyggnad av databaser och system för tillgängliggörande med möjlighet att koppla individer till den kontext de lever och verkar i.

3.3.1 Nuläge och utveckling

Samhällsvetenskaplig forskning både genererar och behöver tillgång till forskningsdata av olika slag. Sverige och övriga nordiska länder har en unik position då individdata i många fall kan hämtas från existerande offentliga register och longitudinella databaser som i vissa fall sträcker sig så långt tillbaka som till 1600-talet. Registerdata är dock begränsade till sitt innehåll och många samhällsvetenskapliga frågeställningar kräver att nya data samlas in för specifika forskningsändamål, till exempel genom att människor själva tillfrågas om sina attityder eller beteenden.

På initiativ av RFI undersöktes 2012 möjligheterna till och nyttan av en eventuell samordning av frågeundersökningar och längdsnittsstudier. Undersökningen visade på ett splittrat landskap och ett behov av samordning av individdatabaser. Mot bakgrund av detta lyste Vetenskapsrådet 2015 ut tvååriga drift- och samordningsbidrag som kunde sökas av företrädare för databasinfrastrukturer med pågående bidrag från Vetenskapsrådet. Detta resulterade i ett flertal samordningsinitiativ som beviljades bidrag till forskningsinfrastruktur av nationellt intresse 2017 och sedan 2018 finansierar Vetenskapsrådet infrastrukturerna (samordningsinitiativen) CORS (samordnar och tillhandahåller surveybaserad forskningsinfrastruktur för samhällsvetenskaplig forskning), NEAR (nationell e-infrastruktur för forskning om olika aspekter av åldrande), REWHARD (möjliggör forskning om arbets- och levnadsförhållanden och individers hälsa) och SwedPop (samordnar de viktigaste historiska befolkningsdatabaserna i Sverige till en gemensam resurs för forskning). Inom ramen för denna satsning på individdatabaser beviljades även den utbildningsvetenskapliga infrastrukturen UGU samt Svenska tvillingregistret medel. 2021 beviljade Vetenskapsrådet dessa infrastrukturer fortsatt finansiering vilket ger möjlighet till fortsatt drift och uppbyggnad (inkl. datainsamling) av respektive verksamhet men också till forskares möjlighet att använda den data som görs tillgänglig. Satsningen på registerforskning och uppbyggnaden av sök- och metadataverktyget RUT, som Vetenskapsrådet på

regeringens uppdrag utvecklar i syfte att bättre tillgängliggöra registerdata, är en annan viktig del i utvecklingen. Inom ramen för uppdraget planeras det för att RUT på sikt ska kunna innehålla även information om forskargenererade data i de fall de innehåller personuppgifter.

Att kunna samla individdata från flera länder för jämförande studier är också av stor vikt för forskningen, inte minst kopplat till behovet att förstå effekten av den landspecifika kontexten och placera svenska förhållanden i ett internationellt perspektiv. I detta avseende är Sveriges deltagande i internationella infrastrukturer viktigt. Sverige betraktas ofta som ett intressant studieobjekt rörande arbetsmarknad och arbetsliv, jämställdhet och familj, såväl inom svensk som inom internationell forskning. Sverige är medlem i SHARE ERIC (Survey of Health, Aging and Retirement in Europe), ESS ERIC (European Social Survey) och CESSDA ERIC (Consortium of European Social Science Data Archives). SHARE-SE och ESS-SE är svenska noder i respektive ERIC medan Svensk Nationell Datatjänst, SND, är Service Provider i CESSDA ERIC.

Kontextdata är data på en högre nivå (till exempel ett ”sammanhang”) som är relevanta att koppla till data om analysobjekt på en lägre nivå (till exempel individer, företag m.m.). Svenska forskare har lyckats bygga upp flera databaser för kontextbaserade data, vilka bland annat innehåller systematiskt insamlad information om demokratiska institutioner, väpnade konflikter, korruption, kvaliteten på regeringsstyre och social trygghet. Här finns en stor potential i samordning och länkning av olika databaser för att skapa synergieffekter som kan underlätta banbrytande forskning. Detta gäller exempelvis globala utmaningar som FN:s hållbara utvecklingsmål 2030, men även regionala och lokala analyser där stor kontextuell variation kan finnas avseende exempelvis befolkningens sammansättning, politiska åtgärder och regelverk. Forskningsinfrastrukturen DEMSCORE (Research Infrastructure for Democracy, Environment, Migration, Social policy, CONflict, and Representation), vars syfte är att genom en samordning av ett flertal kontextdatabaser öka tillgången till data, har sedan 2020 respektive 2021 bidrag från Vetenskapsrådet.

Behovet av att kontextualisera individdata förväntas öka för att kunna analysera mer komplexa frågeställningar. Inom samhällsvetenskaperna sker också en snabb teknik- och metodutveckling, som bland annat innebär att olika typer av data kan analyseras simultant. Exempelvis kan numeriska data från frågeundersökningar kombineras med storskaliga icke-numeriska datamängder baserade på texter, artefakter, bilder och ljud. Exempel på detta är när maskinlärning används för att kombinera information från surveydata och satellitbilder över ljusmängd för att ge en bättre förståelse av levnadsförhållanden i låginkomstländer. Utvecklingen ger också nya möjligheter till datavisualisering i syfte att kommunicera forskningsresultat till en bredare publik. Vidare, inom tvärdisciplinär forskning där humanistiska och samhällsvetenskapliga forskare studerar den mänskliga kognitionen (till exempel inom lingvistik, psykologi, och kognitionsforskning) utgör olika typer av hjärnabbildning en central forskningsmetodik för att öka förståelsen av hur människor bearbetar olika typer av information och desinformation. Det finns ett

ökande behov inom humaniora och samhällsvetenskap av att få tillgång till och kunna bearbeta data som tagits fram med hjälp av olika icke-invasiva hjärnabbildningsmetoder.

3.3.2 Framtida behov och utmaningar

Att enskilda individers integritet respekteras och att forskningen genomförs i enlighet med gällande lagstiftning och etiska riktlinjer är en självklarhet. Det är viktigt att forskningen kan nyttja existerande data på ett optimalt sätt och att systematisk uppbyggnad av databaser möjliggörs. Det är samtidigt av stor vikt för forskningen att även data över sociala och medicinska insatser kan nyttjas för forskningsändamål. Socialstyrelsen har i sin Kartläggning av datamängder av nationellt intresse pekat ut flera områden där dataförsörjningen idag är mer eller mindre begränsad på ett sätt som påverkar möjligheterna inte enbart till nationella uppföljningar utan även till forskning. Exempel på sådana områden inkluderar barn- och elevhälsa, psykisk ohälsa, socialtjänstens insatser, kommunal hälso- och sjukvård samt data inom cancerscreening. Här är det viktigt att understryka att forskningen är allt mer beroende av longitudinella data där individer följs under långa tidperioder. Denna typ av databaser är typiskt sådana som kan falla under Vetenskapsrådets definition av nationell forskningsinfrastruktur vilket innebär att de kan nyttjas av flera forskargrupper för olika projekt inom ett eller flera forskningsområden. Eftersom forskning är en dynamisk process innebär det att longitudinella databaser måste kunna byggas upp med så kallade breda samtycken från de individer som lämnar uppgifter till forskningen. Det ökade behovet av longitudinella individstudier aktualiserar också den potentiella konflikten mellan kraven på integritetsskydd av känsliga personuppgifter och behoven av och möjligheterna med öppen vetenskap där även data kan göras tillgängliga för kollegial granskning vid vetenskaplig publicering.

3.4 Life science

Tack vare tillskottet som Vetenskapsrådet tilldelades i den senaste forskningspropositionen kunde RFI år 2021 bevilja bidrag till ett antal nya forskningsinfrastrukturer inom life science. Proteinproduktion Sverige är ny nationell distribuerad forskningsinfrastruktur som samordnar expertis och serviceutbud inom rekombinant proteinproduktion.

Forskningsinfrastrukturen kommer att stödja forskning inom många biomolekylära grundforskningsdiscipliner såväl som inom riktad utveckling av läkemedel, diagnostik och inom bioteknologiska tillämpningar. Vetenskapsrådet bidrar nu även till utvecklingen av de nationella forskningsinfrastrukturerna Kemiskt biologiskt konsortium Sverige som erbjuder expertis och metoder inom kemisk biologi i syfte att förstå och kunna påverka cellens processer på molekylär nivå, och SwedNMR som samordnar expertis och instrument inom NMR spektroskopi. Både Kemiskt biologiskt konsortium Sverige och SwedNMR är också verksamma inom SciLifeLabs plattformar för kemisk biologi respektive strukturbologi. RFI beviljade 2021 dessutom bidrag till

uppgräderingar av åtta nationella infrastrukturer inom life science genom en särskild utlysning för investeringar i befintliga infrastrukturer. Sedan förra guiden har Sverige blivit medlem i två internationella infrastrukturer, Euro-Bioimaging ERIC och EU-OPENSOURCE ERIC.

Life science-forskning är central för vår förståelse av grundläggande livsprocesser där metodik och metoder för att studera dessa är i snabb utveckling. Därför behövs en satsning på nationella forskningsinfrastrukturer där avancerad teknologi kan utnyttjas och vara brett tillgänglig. Nationella och internationella forskningsinfrastrukturer som beskrivs i det här kapitlet bidrar till viktiga satsningar inom hälsa och välfärd samt klimat och miljö. Vår förståelse för grundläggande livsprocesser kan tillämpas inom många olika sektorer och därmed påverka i stort sett alla delar av samhället (till exempel hälso- och sjukvård, kemiindustrin, jordbruket, skogsnäring och pappersmassaindustrin, livsmedelsindustrin).

Life science är ett brett begrepp som kan beskrivas som det fält inom vetenskapen som i vid bemärkelse studerar levande organismer. Nyfikenhetsbaserad grundforskning inom området är basen för ett brett spektrum av biovetenskapliga och biologiska discipliner. Dessa inkluderar medicinsk forskning, som ger kunskap om hur kroppen fungerar och hur sjukdomar förebyggs, uppkommer och behandlas, men även veterinärmedicin, organismbiologi, ekologi och andra biologiska fält, samt bioteknik. Life science inkluderar tvärvetenskaplig forskning tillsammans med teknik, etik, samhällsvetenskap och humaniora.

Inom medicin har Sverige en unik kunskapskälla i longitudinella personnummerbaserade register med data på populationsnivå inom de medicinska/folkhälsovetenskapliga och samhällsvetenskapliga forskningsområdena. Uppgifter från olika myndighets- och kvalitetsregister bör dessutom kunna kombineras med data från till exempel biobanker, men för att underlätta användningen av registeruppgifter och registers interoperabilitet behövs väl dokumenterad registerdatahantering enligt de så kallade FAIR-principerna¹⁹. Genom uppdrag till flera olika myndigheter har regeringen satt stort fokus på att register och andra data från hälso- och sjukvården behöver bli mer tillgängliga. De olika initiativen behöver dock koordineras och tillgängligheten behöver förbättras för att den samlade informationen ska bli en strategisk resurs för forskning, innovation och uppföljning.

Forskning inom life science-området bidrar även till kunskapsbyggande inom bioteknologin där arbete pågår med biobränslen och biokemikalier producerade av rekombinanta mikroorganismer, nya typer av biomaterial och en grön omställning av industrin där till exempel designade enzymer som ersätter kemisk syntes bidrar till att minska miljöpåverkan. Vårt levnadsätt har utarmat

¹⁹ [The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship.](#)
Webbplats: Nature

biodiversiteten i världen och därför behövs stora insatser och förståelse för de bakomliggande mekanismerna.

För att snabbt kunna inhämta ny kunskap inom life science-området behövs tillgänglighet till avancerade analysmetoder och sökbara databaser. Covid-19 är ett aktuellt exempel på en samhällsutmaning där flera nationella och internationella infrastrukturer har bidragit till att diagnostiska verktyg, behandlingsformer och vaccin tagits fram på rekordtid.

3.4.1 Nuläge och utveckling

Det finns stora satsningar på nationella forskningsinfrastrukturer för grundforskning inom life science. Dessa ger bland annat tillgång till expertis och instrumentering inom optiska avbildningstekniker, strukturbioologiska tekniker, inklusive cryo-EM, masspektrometri samt sekvenseringsteknologier. Därutöver finns storskaliga omics-teknologier implementerade där till exempel genomik, proteomik, och metabolomik utförs genom miniatyriserade parallella experiment. Dessa systembiologiska verktyg har breda applikationsområden. Ett område som vuxit kraftigt de senaste åren är tekniker för analys av enstaka celler och kartläggning av det molekylära landskapet i friska och sjuka vävnader genom att mäta nivån av RNA, proteiner och små molekyler (metabolom) på vävnadssnitt. Möjligheten att kunna analysera genuttryck i enskilda celler kan leda till helt nya insikter i allt från sjukdomsförlopp och ekologi till storskaliga bioteknologiska processer. Vetenskapsrådet stödjer tillgången till nationell forskningsinfrastruktur inom fältet genom bidrag till exempelvis infrastruktur inom biologisk masspektrometri (BioMS), Nationell infrastruktur för mikroskopi inom livsvetenskaperna (NMI), National Genomics Infrastructure (NGI), SwedNMR och Kemiskt biologiskt konsortium Sverige (CBCS). Utöver detta stödjer Vetenskapsrådet life science via infrastrukturer som diskuteras i kapitel 3.5.

Grundforskningen har bland annat banat väg för patientnära tillämpningar av nationell forskningsinfrastruktur inom medicin och hälsa. Precisionsmedicin, ett fält under mycket stark utveckling, innebär att behandlingsinsatser alltmer kan skräddarsys utifrån specifik kunskap om individens tillstånd. Det finns nu flera väl utvecklade plattformar för klinisk genomik som producerar stora mängder data både för användning inom klinik och viktig medicinsk grundforskning. Även klinisk proteomik och metabolomik utvecklas löpande och spelar en allt större roll inom forskning och behandling. Vetenskapsrådet har sedan 2015 också fördelat medel för samordning till Kliniska Studier Sverige, ett nationellt samarbete som stödjer och utvecklar förutsättningarna att bedriva kliniska studier med regionala kontaktpunkter till expertis inom området.

En förutsättning för högkvalitativ forskning och reproducerbara resultat är alltid att det material och de prover som används i analyser håller hög standard och lämpar sig för den undersökning som avses. Detta ställer höga krav på såväl insamlade biologiska prover som på biomolekyler som isolerats och renats.

För att biobanksprover ska kunna utnyttjas optimalt krävs harmoniserad insamling, dokumentation och förvaring samt möjlighet till uttag och analys av

prover. Detta uppdrag är centralt för Biobank Sverige som fungerar som en paraplyorganisation för biobanker och provsamling inom både universitet och hälso- och sjukvård. Sveriges medlemskap i den internationella infrastrukturen BBMRI-ERIC bidrar även till harmonisering inom fältet på europeisk nivå.

I likhet med många andra områden, produceras inom livsvetenskaperna allt större och mera komplexa datamängder och därmed växer också forskningens behov av hjälp och stöd inom bioinformatik. Redan i förra guiden påtalades de stora krav som ställs på kunskap och datakapacitet för att analysera och lagra data och då det i många fall rör sig om potentiellt känsliga data från individer ställs också särskilda krav på säker hantering. Behovet att stärka kompetensen inom statistik och bioinformatik för analys av stora datamängder kvarstår. Den nationella infrastrukturen National Bioinformatics Infrastructure Sweden (NBIS) erbjuder forskare stöd i analysprocessen som inbegriper standarder för datahantering, tillgång till data och mjukvara samt hjälp vid analyser och lagring av data. Trots en breddning av kompetensen inom NBIS har många forskningsinfrastrukturer och forskargrupperingar anställt egna bioinformatiker med specialkompetens för att säkerställa att planering, insamling och analys av data sker på ett för disciplinen bästa sätt. Koordinering och samverkan är viktig för en samlad bioinformatikmiljö. Även på europeisk nivå arbetar internationella organisationer som Elixir med standardiseringsfrågor och interoperabilitet och tillhandahåller också ett stort antal verktyg och dataresurser.

Tillgänglighet och interoperabilitet är även av största vikt inom de medicinska/folkhälsovetenskapliga och samhällsvetenskapliga forskningsområdena och utgör en viktig fråga för de infrastrukturer som kopplar hälsa till faktorer som livsstil och gener. Exempel på sådana infrastrukturer som Vetenskapsrådet medfinansierar är Svenska Tvillingregistret, Nationell e-infrastruktur för åldrandeforskning (NEAR) och Swedish Infrastructure for Medical Population-Based Life-Course and Environmental Research (SIMPLER).

SciLifeLab är en stor aktör inom life science-området som utöver sina forskningsprogram tillhandahåller nationell forskningsinfrastruktur med stöd från regeringen, lärosätena, Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse (KAW) och Vetenskapsrådet. Utbudet förmedlas i dagsläget av 45 distribuerade serviceenheter, spridda över hela landet men främst i Stockholm och Uppsala. Tyngdpunkten ligger i de storskaliga omics-teknikerna, bioinformatik och biomedicinsk utbildning och där finns även en plattform för utveckling av akademiska läkemedelsprojekt. Som nämns i kapitel 2 samfinansierar Vetenskapsrådet och SciLifeLab ett antal nationella infrastrukturer men olika organisationsformer och terminologi skapar en viss osäkerhet runt vad som betraktas som en sammanhållen nationell infrastruktur. En ökad samordning inom detta område vore värdefullt.

Som också nämns i kapitel 2 tillför Sveriges medlemskap i olika internationella infrastrukturorganisationer tillgång till stora möjligheter för svenska forskare. Detta gäller till exempel EMBL som verkar inom cell- och molekylärbiologi och klimatrelaterad forskning och som genom European Bioinformatics Institutes

(EBI) dataresurser spelar en avgörande roll för life science-området. Generellt sett behöver dock medvetenheten om vad som görs tillgängligt inom de internationella forskningsstrukturerna stärkas, både vad gäller service och möjligheten till deltagande i forskningsprogram runt infrastrukturer som EMBL. Sedan förra guiden 2018 har Sverige blivit medlem i Euro-BioImaging ERIC och EU-OPENSCREEN ERIC vilket förstärker svenska forskares möjligheter inom biomedicinsk utbildning respektive kemisk biologi, både vad det gäller instrumentering och kompetensutveckling.

3.4.2 Framtida behov och utmaningar

Inom life science finns många viktiga infrastrukturer att tillgå. För forskarna är det fortfarande en stor utmaning att hitta rätt information om vilka tjänster som erbjuds och vilket förarbete som krävs för att nyttja en specifik service. Provhantering, förberedelser och förvaring av prover kan vara avgörande för att få ut högkvalitativa data och kraven varierar mellan olika metoder som appliceras.

Inom precisionsmedicin används mer och mer storskaliga data, producerade från kliniska prover, både inom grund- och translationell forskning. Detta område för individanpassade behandlingar fortsätter att växa kraftigt, både internationellt och nationellt. Med detta följer utmaningar kring koppling och integration av olika typer av data som sjukdomsrelaterad information från patienter och genetiska och molekylära data från grundforskningen. För att detta ska kunna ske på ett säkert och effektivt sätt har frågor om etik och datasäkerhet en central roll. Det måste också ske en etablering av kompetenser inom bioinformatik, statistik och matematik som är kombinerad med förståelse för grundläggande frågeställningar inom life science och klinisk forskning. Ett exempel är en ny satsning på data-driven life science (DDL) inom SciLifeLab. Arbete har inletts för att förbättra koordinationen mellan olika typer av datakällor och för att använda storskaliga kliniska data för forskning på ett effektivt sätt.

Digital infrastruktur och fungerande biobanker är essentiella för utvecklingen inom life science. För att dessa infrastrukturer ska fungera optimalt i framtiden kommer det att vara nödvändigt att koordinera både prover och data till större samlingar, och, i förlängningen, samordna dessa i större infrastrukturer med ett tydligt nationellt fokus. Det är viktigt att både existerande och nya biobanker standardiserar både metoder och format för provinsamling och metadata. Service till användarna, till exempel gemensamma webbportaler, bör utvecklas för att förenkla för användarna och öka tillgängligheten. Biobank Sveriges arbete med att förbättra sin process för användning av prover samt kommunikationen med kliniker vid insamling av dessa är av största vikt.

Ökad provinsamling, dataproduktion och analys, samt möjligheten till nya kliniska tillämpningar kommer att ställa större krav på koordinering mellan forskning och klinik, samt samordning och prioritering av forskningsfrågor inom, såväl som mellan, regionerna.

En viktig diskussion är också hur näringslivets användning av forskningsinfrastruktur kan främjas för att bidra till utvecklad hälso- och

sjukvård. Här finns behov av samverkan mellan olika forskningsfinansiärer såsom Vetenskapsrådet, Formas, Vinnova och industrin för att möjliggöra att forskningsinfrastrukturer kan komma många till gagn.

Som nämnts ovan är utvecklingen inom det så kallade omics-området snabb och svenska forskare är ledande inom flera områden. Det finns behov av att fortsatt ha starka nationella infrastrukturer inom till exempel genomik och proteomik samt att etablera nya infrastrukturer inom speciellt starka fält. Ett sådant exempel är rumslig (spatial) analys av celler och vävnader där det molekylära landskapet i en enskild cell eller i vävnader kan bestämmas.

3.5 Material och livets byggstenar

I 2018 års guide beskrevs behoven av utrustning, speciellt inom områden där RFI sedan tidigare har satsat både nationellt och för deltagande i internationella infrastrukturer. Speciellt märks satsningarna inom storskalig röntgen och neutronspridning. Andra satsningar såsom Myfab, där renrumsnätverket ger många forskare tillgång till avancerade verktyg, och NMR-spektroskopi (Svenskt NMR Centrum) och cryo-EM-mikroskopi (uppbyggt inom SciLifeLab), har kunnat fortsättas som en följd av 2020 års forskningsproposition.

Satsningarna mot röntgenområdet, speciellt MAX IV men även de internationella medlemskapen som ESRF, det svenska strålröret vid PETRA III och XFEL, är nu i drift och servar användarna. I guiden beskrevs behovet att fortsätta att satsa på uppbyggnaden av MAX IV. Idag har anläggningen 16 strålrör som tar emot forskare ifrån hela världen i hård konkurrens. Svensk användning är relativt hög även på andra röntgenkällor, här bör speciellt XFEL nämnas, där svenska forskare får en stor andel av tiden i mycket hård konkurrens.

Mycket av vår vardag påverkas av material och dess egenskaper. Dessutom är livet självt med dess celler och molekyler en avancerad form av material. Studier av material är centralt inom en rad forskningsområden såsom teknikvetenskap, fysik, kemi, geologi, biologi, medicin och arkeologi. Innovationer inom material- och medicinområdet är också viktiga för svensk industris fortsatta konkurrenskraft.

I arbetet med framtidens material kommer material som kan vara en del i ett cirkulärt samhälle att få ett större fokus. De återvunna materialens unika egenskaper behöver kunna värderas på flera nivåer alltifrån atomär nivå till sammansatta molekyler och material. Exempelvis har utvecklingen av kemisk återvinning lett till att textil eller plast kan brytas ner till ursprungliga molekyler som sedan kan användas för att bygga upp ett material eller en annan produkt av samma kvalitet.

Multifunktionella material, där flera egenskaper såsom magnetiska, katalytiska och elektriska kombineras, är ett viktigt forskningsområde där gränserna för vårt vetande ständigt flyttas fram. Denna typ av nya material kan till exempel bli viktig i utvecklingen av högteknologiska produkter nödvändiga för att omvandla, transportera och lagra energi i hållbara energisystem. Att följa snabba biokemiska förlopp i realtid, till exempel hur växter omvandlar solljus till energi i fotosyntesen, kommer förmodligen att bli möjligt. De möjligheter som öppnats för att designa nanomaterial kommer att vara centrala för områden såsom energi, miljö samt medicin och hälsa.

Inom life science och den medicinska forskningen är det flera metoder som spelar allt större roll för att i detalj förstå biologiska processer. Hit hör strukturbestämning på molekyl- och atomnivå, studier av proteindynamik, biologisk avbildning, studier av ytor såsom membran och andra bioaktiva ytor samt av komplex i lösning, till exempel protoner och vattenmolekyler i enzyms aktiva säte. Hybridmetoder för att bestämma struktur och dynamik av makromolekyler över flera storleksordningar i tid och rum utvecklas och kommer att ha en stor påverkan på vår möjlighet att förstå och påverka biologiska processer.

3.5.1 Nuläge och utveckling

För att möta forskningens behov krävs investeringar i avancerade infrastrukturer som till exempel storskaliga röntgenkällor (som synkrotroner och frielektronlaser), neutronkällor, avancerade mikroskop, masspektrometrar och lasersystem. Sverige fortsätter att göra stora investeringar inom området och inte minst öppnar satsningarna på MAX IV och ESS för experiment som tidigare inte varit möjliga. Sverige är också med och satsar resurser på exempelvis European XFEL, världens mest avancerade frielektronlaser. Dessa investeringar behöver också innehålla möjlighet till både metod- och dataanalysutveckling samt utveckling av den svenska användarbasen för dessa anläggningar. Då många av investeringarna är mycket stora och resurskrävande ger medlemskap i andra länders satsningar, både inom det europeiska systemet samt separata satsningar, möjligheter för forskare att nyttja resurser som idag inte finns tillgängliga i Sverige. Vetenskapsrådet är därför medlem i röntgenanläggningarna ESRF, European XFEL och PETRA III samt i neutronkällorna ILL och ISIS.

Inom strukturbiologiområdet har nationell infrastruktur för cryo-elektronmikroskopi byggts upp inom SciLifeLab med omfattande stöd från bland annat KAW. Tillsammans med Svenskt NMR-centrum, som ingår i både SciLifeLab och sedan 2022 i den distribuerade infrastrukturen SwedNMR med stöd av Vetenskapsrådet, möjliggör dessa faciliteter studier av struktur och dynamik hos ett brett spektrum av biologiska prover. För många analyser kräver forskningsprocessen en kombination av olika metoder och instrument. Exempel på detta är komplementär användning av röntgentekniker, elektronmikroskopi och neutronspridning. I vissa fall kan experimenten genomföras via så kallad remote access, något som ökat markant i och med covid-19-pandemin.

Utnyttjandet av den här typen av anläggningar kräver ofta tillgång till ytterligare infrastruktur i form av laboratorier och renrum för att förbereda prover och göra

förberedande studier. I många fall kommer dessa resurser att vara av lokal karaktär, i andra fall behövs till exempel avancerade renrum, som nationellt samordnas av Myfab, för att producera och karaktärisera material.

3.5.2 Framtida behov och utmaningar

För att realisera potentialen hos MAX IV krävs en långsiktig finansiering av underhåll och drift samt ytterligare investeringar i strålrör. Den svenska användarbasen bör öka och breddas till nya fält och också i större utsträckning än i dag involvera industrin. MAX IV bör sikta på att vara världsledande inom ett antal profilområden som nyttjar synkrotronens unika egenskaper. Det är samtidigt viktigt att svara mot breda behov i det svenska forskarsamhället även om anläggningen inte kan uppfylla svenska forskares alla synkrotronbehov.

Att Sverige är värmland för ESS innebär ett stort ansvar för både konstruktionen av anläggningen och den kommande driften. Svensk forskning inom neutronområdet har stärkts och den svenska användningen av existerande anläggningar som ILL i Frankrike och ISIS i Storbritannien ökar. Det är viktigt att denna utveckling fortsätter och att det när ESS tas i drift finns en stark svensk användarbas som kan växlas över till ESS från ILL och ISIS. Sverige bör också verka för ytterligare svenskt engagemang i den kommande instrumenteringen av ESS, särskilt genom in-kind-bidrag.

Att MAX IV och ESS är samlokaliserade i Lund skapar möjligheter för framväxten av en dynamisk forskningsmiljö som inkluderar såväl akademi, forskningsinstitut som näringsliv. Engagemanget för anläggningarna, både finansiering till och nyttjande av, är en nationell angelägenhet. För att detta ska ske effektivt krävs en samordnad nationell strategi som omfattar hela kedjan från den fysiska infrastrukturen kring anläggningarna till en uppbyggnad och optimalt nyttjande av kompetenser och humana resurser i hela landet. Nyligen gjorde Knut och Alice Wallenbergs stiftelse en satsning på materialvetenskap för att skapa kunskap om hållbara material. Den satsningen förväntas öka efterfrågan på forskningsinfrastruktur och påskynda utvecklingen av ny metodik och instrumentering.

3.6 Universums minsta beståndsdelar

I 2018 års guide lyftes både det svenska vetenskapssamhällets beroende av storskaliga forskningsanläggningar inom området, främst CERN och FAIR, men även diversifiering mot nya typer av anläggningar, som ESS. En förstudie för ett fundamentalfysikexperiment vid ESS, HIBEAM (High-Intensity Baryon Extraction and Measurement), har finansierats. I uppbyggandet av FAIR, vilket kantats av förseningar och fördröjningar, har Sverige varit en aktiv part och tagit tidiga finansieringsbeslut. Vid CERN fortsätter de av RFI finansierade uppgraderingsprogrammen av ATLAS- och ALICE-experimenten. Behovet av koordinering och sammanhållen strategi inom området belystes i förra guiden och Vetenskapsrådet har

genomfört en större genomlysning av acceleratorbaserad partikel- och kärnfysik under 2019–2020 på beställning av RFI.²⁰

Subatomär fysik har revolutionerat hur vi ser på vårt universum i våra strävanden att bättre förstå materia och strålning. Den bästa beskrivningen av hur universums fundamentala krafter interagerar med dess minsta beståndsdelar är den så kallade standardmodellen. Fokus inom subatomär fysik ligger på hur denna modell bör utvidgas för att förklara exempelvis mörk materia och förhållandet mellan materia och antimateria. Rådande teorier testas genom att med hög precision beräkna och mäta egenskaper hos redan kända partiklar. Inom högenergifysiken ökas även energin i de experimentella kollisionprocesserna successivt för att utöka sökområdet för hittills oupptäckta elementarpartiklar. Framöver krävs en kombination av uppgraderingar av existerande forskningsinfrastrukturer och nya experiment. En identifierad utmaning inom fältet är de stora mängder data som kommer att produceras och kräva hantering.

Inom dagens nyfikenhetsdrivna kärn- och hadronfysikforskning ligger fokus på att förstå hur den starka kärnkraften håller ihop de subatomära partiklarna i våra grundämnen. På så sätt kan vi också förstå hur grundämnena bildas och hur den starka kraften samspelar med andra krafter i makroskopiska objekt.

3.6.1 Nuläge och utveckling

Forskare inom subatomär fysik är i många fall helt beroende av tillgång till storskaliga forskningsanläggningar. Ofta är dessa för dyra och komplexa för ett enskilt land att utveckla och driva vilket gör att det finns en lång tradition av internationella samarbeten.

Som medlem av CERN är Sverige med och stödjer uppgraderingen av den stora acceleratoren Large Hadron Collider (LHC) inom High Luminosity-programmet (HL-LHC). Sverige deltar också i experimenten ATLAS, ALICE och de uppgraderingar som pågår för att göra experimenten redo för HL-LHC. Fullt utnyttjande av LHC, inklusive detektoruppgraderingar inför HL-LHC, är av högsta prioritet i Europa och står i fokus i den uppdaterade europeiska partikelfysikstrategin som publicerades 2020 – en syn vilken även breddas av svenska partikelfysiker. Fysikprogrammet vid HL-LHC kommer exempelvis möjliggöra en observation av parproduktion av Higgspartiklar vilket ger unik kunskap om Higgsfältets egenskaper samtidigt som precisionen även tillåter att andra processer i standardmodellen kan testas. Den stora resurskrävande datamängden ökar även avsevärt möjligheten att upptäcka nya partiklar.

Vid CERN är Sverige också engagerat i ISOLDE-anläggningen för hadron- och kärnfysik. ISOLDE har genom de många uppgraderingarna sedan starten 1960 fortsatt vara i framkanten av internationella anläggningar inom dessa fält, där den fortfarande pågående uppgraderingen mot HIE-ISOLDE (High Intensity and Energy ISOLDE) kraftigt utökar de experimentella möjligheterna.

²⁰ [Accelerator-based infrastructures in the fields of particle and nuclear physics \(pdf\)](#)

Samtidigt pågår utvecklingen av den internationella kärnfysikanläggningen Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR), där Sverige är medlem i ett konsortium tillsammans med Finland. FAIR är delvis komplementär till CERN och kommer med sina höga intensiteter att utgöra den mest avancerade anläggningen för hadron- och kärnfysik. FAIR kommer att erbjuda ett brett forskningsprogram som inkluderar detaljerade studier av den starka kärnkraften på såväl kvark- och gluonnivå som på kärnnivå. Kombinationen av hög intensitet och hög noggrannhet ger en unik chans att studera fundamentala symmetrier och mångfalden av tungjons- och partikelstrålar gör att materiens egenskaper kan mätas under extrema temperatur-, täthets- och tryckförhållanden. Svenska grupper är involverade i planeringen och färdigställandet av flera accelerator- och detektorkomponenter, till stor del genom in kind-bidrag. FAIR har under en längre tid dragits med förseningar och fördröjningar och förväntas idag att vara i tidig drift vid 2027-2028. Delar av de framtida forskningsprogrammen är dock redan nu möjliga att inleda inom det s.k. Phase 0-programmet, där nya detektorkomponenter används inom den redan existerande acceleratorinfrastrukturen vid världlaboratoriet GSI. Nuclear Physics European Collaboration Committee (NuPECC) är en expertkommitté för European Science Foundation vilken i sin strategi från 2017^[1] anger att färdigställandet av FAIR är av högsta strategiska vikt för europeisk kärnfysik. Det finns potential att använda ESS för partikelfysik och svenska forskare är idag inblandade i initiativ för att vid ESS i framtiden kunna bygga experimentstationer för dessa ändamål. I en riktad utlysning har RFI nyligen finansierat en förstudie av HIBEAM som är ett möjligt framtida instrument vid ESS inom expansionen av anläggningens instrumentsvit.

3.6.2 Framtida behov och utmaningar

Forskningen inom subatomär fysik spänner över mycket långa tidsskalor. Redan under pågående experiment behöver nästa generations anläggningar planeras. Att finansiera forskning och utvecklingsprojekt (FoU) är en viktig första pusselbit för att driva utvecklingen framåt och säkra att Sverige kan ta en ledande roll om projektet realiserar. Svenska forskningsråds generella stöd för FoU i ett mycket tidigt skede, tillsammans med senare stöd för projektering och utveckling av LHC- och FAIR-experimenten, var avgörande för Sveriges stora bidrag till detektor-utvecklingen vid dessa anläggningar. Samma typ av stöd kommer att vara viktiga för framtida satsningar inom området.

Högre energier och intensiteter tillsammans med förbättrade mätmetoder öppnar för observationer av okända partiklar bortom standardmodellen. För att nå energier bortom de som kan erhållas i HL-LHC utforskas dels möjligheten att genomföra ytterligare en uppgradering av LHC, dels möjligheten att bygga en helt ny partikelkolliderare. Detta inkluderar såväl mer kraftfulla hadronkolliderare som når högre energier, som leptonkolliderare där de tyngsta partiklarna i standardmodellen, till exempel Higgsbosonen, kan studeras med hög precision. I den uppdaterade europeiska partikelfysikstrategin betonas vikten av fortsatt arbete med att genomlysna de tekniska och ekonomiska möjligheterna

^[1] Uppdatering väntas ske under 2023

för en framtida kolliderare, Future Circular Collider (FCC), vilket sker i en teknisk studie som pågår fram till och med 2025.

Processer bortom standardmodellen behöver inte enbart ge sig till känna genom fenomen vid höga energier, utan kan också inbegripa svårupptäckta fenomen vid lägre energier. Därför finns det fortsatt behov av att utföra kompletterande sökprogram vid lägre energier inom exempelvis neutrinofysik och detektion av mörk materia. För närvarande stöder Vetenskapsrådet ingen infrastruktur för just detta ändamål, men forskare kan fortfarande delta i experiment, forskning och utveckling och konstruktion genom internationella överenskommelser. Nyckelfrågor är vilka infrastrukturer som Sverige i nuläget kan och bör stödja vid sidan av LHC och HL-LHC.

För FAIR behöver nya förfinade metoder utvecklas för att komprimera data och detta behov kommer att växa i och med att intensiteten hos experimenten successivt skalas upp. En annan utmaning är att uppnå de högupplösta partikelstrålar och kompakta, lokaliserade strålmål som spelar en avgörande roll för precisionsmätningar inom hadronfysiken.

FAIR planeras att vara i bruk i minst tio år. Med uppgraderingar i form av högre intensitet, ny instrumentering och polariserade strålar och strålmål kan det dock bli väsentligt längre. Bortom FAIR finns planer på en ny europeisk anläggning med hög intensitet, den så kallade EURISOL. Denna skulle antingen kunna skapas genom uppgraderingar av någon befintlig anläggning eller bygga på framtida teknologiska genombrott. Målet är att detta ska leda till förbättrade modeller för bildandet av nya atomkärnor i stjärnor och bildandet av supernovor. En bättre förståelse kring detta kan även få effekt på samhällstillvända tillämpningar till exempel inom energilagring. Färdigställandet av ESS, med dess högintensitet, kan öppna nya möjligheter i gränsområdet mellan kärnfysik och partikelfysik.

Inom subatomär fysik, där forskningen sker över långa tidsskalor, är långsiktighet väldigt viktig. Därför krävs en sammanhållen, väl förankrad nationell strategi för prioritering av det svenska engagemanget i forskningsinfrastruktur, förutsättningar för relaterad teknikutveckling samt översyn av det förhållandevis okoordinerade finansieringslandskapet. Inom Vetenskapsrådet finns det ett behov av att bättre koppla infrastrukturaktiviteter till de forskningsbidrag som delas ut av ämnesråden. Idag tar RFI ett långsiktigt finansieringsansvar för uppbyggnad och drift av stora internationella infrastrukturer inom subatomär fysik medan de forskare som ska nyttja infrastrukturen får förlita sig på kortare projektbidrag. Forskningsfinansieringen sker i huvudsak genom korta projektbidrag till enskilda individer, något som inte alltid passar forskningsfält som bygger på långsiktighet och stora samarbeten. Det är en utmaning att få stöd för nödvändigt arbete med instrument-, metod- och mjukvaruutveckling, vilka därför riskerar att bli den svagaste länken i åtaganden vid stora anläggningar. Det är därför viktigt att ha ett finansieringssystem som tillåter forskning över olika tidsskalor och med olika organisatoriska modeller.

3.7 Rymden

I guiden 2018 betonade RFI bland annat vikten av engagemang i internationella infrastrukturer för forskning inom astronomi och frågor om universums struktur, utveckling och ursprung samt för fundamental fysik. Sedan dess har mycket hänt inom forskningsrelevant rymdverksamhet, bland annat har det amerikanska Webb Space Telescope skickats upp i rymden och kommer under de kommande (minst) tio åren att leverera data över helt nya fenomen. Från Vetenskapsrådets perspektiv har bland annat en överenskommelse kommit på plats för radioteleskopet SKA, samtliga komponenter har levererats till EISCAT-3D för installation under året och arbetet med ESO:s nästa stora teleskop ELT fortskrider, men med förseningar efter framförallt pandemin.

I utlysningarna 2019 och 2021 beviljades bidrag till svensk medverkan i SKA, uppgradering av IceCube, medverkan i ELT-instrumentet MOSAIC, det svenska solteleskopet SST samt planering för den tänka europeiska efterträdaren, EST. Inom den speciella investeringsutlysningen tillfördes också medel av relevans för rymdforskning.

I begreppet ”rymden” menas här astronomi, astrofysik (inklusive solfysik), astropartikelfysik och rymdfysik. Forskning inom området har till syfte att förstå universums struktur, uppkomst och utveckling, inklusive egenskaper hos de ingående objekten, som planeter, stjärnor och galaxer. Här studeras även planetsystemets utveckling, förutsättningar för liv på andra objekt i solsystemet och hur rymdmiljön påverkar utvecklingen av planeterna och deras atmosfärer. Forskningen försöker också förklara hur solen och jorden växelverkar och vilka effekter det kan ha på jordens yttre atmosfär.

Jordens närmiljö i rymden domineras av jordens magnetiska fält. Den övre atmosfären joniseras av UV-ljus från solen, och solvindens växelverkan med jordens magnetosfär ger upphov till fenomen som magnetiska stormar, norrsken och atmosfärsflykt. Några aktuella frågor är hur solvindens energi överförs till magnetosfären, hur energi kan lagras där för att plötsligt frigöras och vilka processer som främst bidrar till acceleration och upphettning av den joniserade gasen, plasmat.

Utforskningen av vårt solsystem (planeter, månar, asteroider, kometer, mm) handlar om att förstå hur så olika objekt kunnat utvecklas och vad som kännetecknar dem idag. Här studeras bland annat vilken inverkan rymdmiljön har haft för utvecklingen av ytor och atmosfärer och vad som är avgörande för om liv kan uppstå på en planet eller måne.

Full förståelse av stjärnors liv och kopplingen till den kosmiska gasens kretslopp saknas fortfarande. Forskning pågår om vilka processer som styr stjärnornas uppkomst och deras sista utvecklingsstadier då grundämnen bildas för att senare ingå i nya generationer av stjärnor. Vidare studeras de kosmiska gasmolnens

kemiska sammansättning som kan ha koppling till planetatmosfärernas egenskaper och i förlängningen till livets uppkomst.

Majoriteten av alla stjärnor i universum är samlade i galaxer i de mest skiftande former och storlekar som i sin tur ingår i galaxhopar. Hur denna storskaliga struktur uppkommit och utvecklats är idag ett hett forskningsområde. I detta sammanhang är förståelsen av den mörka materians och den mörka energins sammansättning och egenskaper, som till största delen fortfarande är okända, avgörande.

Högenergetiska fenomen i vårt universum, som supernovaexplosioner eller kompakta objekts påverkan på omgivningen, är särskilt intressanta att studera. Dessa fenomen är ofta av transient natur och kräver speciella observationsmetoder. De ger också möjlighet till studier av fundamental fysik under förutsättningar som aldrig kan skapas i laboratorier på jorden. Utvecklingen av ny forskningsinfrastruktur har lett till banbrytande ”multi-messenger-astronomi”, det vill säga utnyttjande av andra informationsbärare än elektromagnetisk strålning, som kosmisk strålning, neutriner och nyligen gravitationsvågor.

3.7.1 Nuläge och utveckling

Inom forskning rörande rymden finansieras i Sverige större delen av den rymdbaserade forskningsinfrastrukturen, inklusive medlemskapet i rymdorganisationen ESA, av Rymdstyrelsen, medan större delen av den markbaserade finansieras av Vetenskapsrådet. De båda myndigheterna samverkar till viss del, men formerna för samverkan bör utvecklas ytterligare för att inte skapa onödig uppdelning mellan mark- och rymdbaserad forskningsinfrastruktur. Även Institutet för rymdfysik, IRF, som står för en stor del av svensk forskning inom rymdfysik, och bland annat förfogar över långa mätserier och medverkar i flera av ESA:s rymdmissioner, är här en central aktör.

Inom markbaserad infrastruktur finns det europeiska sydobservatoriet ESO där Sverige genom sitt medlemskap bidrar till drift och utveckling av teleskop i Chile, däribland radioteleskopet ALMA, det optiska teleskopet VLT och det optiska jätteteleskopet ELT som är under uppbyggnad. Onsala rymdobservatorium är en nationell anläggning för radioastronomi och en svensk nod för internationella samarbeten inom radioområdet, som ALMA, LOFAR, det framtida SKA, och långbasinterferometri (VLBI). Institutet för solfysik driver det svenska solteleskopet SST på La Palma och deltar i planeringen inför det europeiska solteleskopet EST. Inom astropartikelfysikområdet deltar Sverige i driften och utvecklingen av neutrinoobservatoriet IceCube på Sydpolen. Den svenskbaserade internationella rymdradaranläggningen EISCAT, som nu utvecklas till EISCAT-3D, kommer att ge nya möjligheter till studier av den nära rymden och den övre atmosfären. Den svenska rymdbasen Esrange används för uppsändning av sondraketer och ballonger samt testflygningar. De utvecklar även nya testanläggningar och förmåga att sända upp satelliter i omloppsbana.

Rymdflygande infrastrukturer med stor betydelse för svensk forskning som tagits i drift de senaste åren är till exempel solsonden Solar orbiter, Merkurius-

sonden Bepi-Colombo och exoplanetteleskopet Cheops. Vidare bör astrometriteleskopet Gaia och det nyligen uppsända Webb Space Telescope nämnas som projekt med särskilt stor genomslagskraft inom rymdforskning. Andra exempel där svenska forskare medverkar är magnetosfärskonstellationen MMS, marssonnen Mars Express och högenergiteleskopet Fermi.

3.7.2 Framtida behov och utmaningar

Utveckling av mätmetoder, modeller, datahantering och avancerad teknik för infrastrukturer är av stor vikt inom alla rymdområden, och Sverige bör fortsätta delta där svensk forskning och utveckling är konkurrenskraftig, i vissa fall genom in kind bidrag. För forskning inom rymdområdet behövs tillgång till en bredd av komplementära nationella och internationella forskningsinfrastrukturer. Många centrala forskningsfrågor kräver dessutom en kombination av mark- och rymdbaserade observationer. För ökad kunskap om vårt eget solsystem behöver fjärranalys kombineras med mätningar in-situ. Där är det viktigt med samtidiga observationer av neutrala och elektriskt laddade partiklar inom ett brett energiområde samt stationära och varierande magnetiska och elektriska fält. Astronomisk forskning behöver tillgång till data från hela det elektromagnetiska våglängdsområdet, där vissa områden bara kan studeras via satellit, men är också beroende av studier av kosmiska partiklar och gravitationsvågor. Infrastrukturer inom detta fält utgör också verktyg för studier av fundamental fysik.

Genom fortsatt svenskt deltagande i internationella samarbeten, som till exempel ESO, SKA, IceCube, Eiscat-3D och ESA, kan Sverige behålla och utveckla sin starka ställning inom rymdforskning. Framtida utmaningar kommer att kräva ökat samarbete mellan infrastrukturer inom olika discipliner, både på marken och i rymden. Givet detta krävs strategiska prioriteringar av svenskt engagemang i de internationella samarbetena, både vad gäller personella och finansiella resurser på lång sikt. Det kommer också att kräva ökat nationellt samarbete mellan olika finansiärer. Situationen för det planerade europeiska solteleskopet EST bör klarna inom de närmaste åren och det är önskvärt med en svensk strategi för solfysik. EST förväntas på sikt ersätta det svenska solteleskopet SST.

Områden där Sverige redan har en stark position att bygga vidare på finns bland annat inom radioområdet med infrastrukturerna ALMA, SKA och EISCAT-3D, och på rymdsidan genom bland annat IRF. Därtill deltar svenska forskare och företag i utveckling av instrument för det optiska teleskopet ELT och utrustning för neutrinoobservatoriet IceCube. Utlysning av bidrag till teknikutveckling och investeringar, liknande den som Vetenskapsrådet genomförde 2021 är viktiga för området.

Rymdforskning och dess infrastruktur genererar ofta enorma datamängder, särskilt för observatorier. Artificiell intelligens och andra avancerade metoder utvecklas och används i allt högre grad för att effektivisera datahanteringen. För rymdflygande instrument övervägs till och med autonoma beräkningar ombord (så kallad edge computing) för att finna den relevanta informationen och på så sätt undvika problem med den begränsade bandbredden.

Nationella noder kommer även i fortsättningen att vara av stor betydelse och bör, förutom att stödja och till viss del komplettera de stora internationella anläggningarna, fungera som svensk kunskapsbas för användarstöd och teknikutveckling. Dessutom behöver Sverige stödja kompetensuppbyggnad för nya användare av de infrastrukturer som nu byggs upp, som SKA, EISCAT-3D, ELT och nya generationer av IceCube. Kapaciteten i dessa anläggningar är magnituder större än de som finns tillgängliga idag och öppnar för helt nya användningsområden.

Rymdens ökande betydelse inom flera samhällssektorer ger även nya möjligheter för forskning genom bland annat tillgång till data från satelliter för exempelvis kommunikation som Galileo, eller för rymdväder. Ökad tillgänglighet till rymden innebär möjligheter för nya aktörer, även för forskare, men också stora problem och störningar för vissa typer av forskning. Under den kommande tioårsperioden kan omkring 100 000 kommersiella satelliter skjutas upp och samlas i jordens omloppsbanan. Flera astronomi- och rymdorganisationer för en dialog med företagen för att försöka minska störningarna från satelliter och svenska aktörer bör också verka för detta i relevanta sammanhang. Observatorierna arbetar även med att utveckla algoritmer för att hantera satellitpassagera och ser över planeringen av observationstid för att säkra möjligheten till fortsatta upptäckter. Med ett ökat antal satelliter kommer också ett växande problem med rymdskrot, något som ökar risken för sektorer som förlitar sig på satelliter.

För såväl samhället i stort som för vissa typer av framförallt tillämpad forskning är det centralt att samla aktuell information om situationen i rymden, inklusive de hot som finns både mot infrastruktur i rymden och på marken, till en komplett rymdlägesbild. Sverige bidrar i samverkan med andra länder till arbetet med att identifiera, katalogisera och följa satelliter samt analysera risker för exempelvis kollisioner. För att vara en god samarbetspartner inom detta fält skulle Sverige behöva utveckla sin nationella förmåga då det i stort sett bara är inom rymdväder som vi har god överblick. Men ökad kunskap behövs även här om hur solens aktivitet påverkar satelliter, elnät och kommunikationssystem.

3.8 Jorden, klimat och miljö

I guiden 2018 betonades vikten av att kunna erhålla data från detaljerade och långsiktiga observationer av luft, mark och vatten. I och med tillskottet till forskningsinfrastruktur i den senaste forskningspropositionen gavs möjlighet till finansiering av flera nya infrastrukturer som syftar till detta; den distribuerade infrastrukturen ACTRIS med fokus på aerosoler och spårgaser i atmosfären, databearbetning och datatillgängliggörande inom det geologiska och geofysiska området i och med medlemskap i European Plate Observing System (EPOS-ERIC). Därtill allokerades medel till förnyad och utökad instrumentering på isbrytaren Oden.

Forskningen inom området svarar på frågor om strukturer, tillstånd och processer ovan, på och under jordytan, från mycket korta till extremt långa tidsskalor, och från jordens kärna till jordens jonosfär och magnetosfär. Forskningen är avgörande för att förstå jordens utveckling och dynamik och för att upptäcka, förstå och agera kring förändringar i miljön orsakade såväl av människans aktiviteter som av naturliga processer.

För högsta möjliga vetenskapliga utbyte inom detta område krävs förmåga att integrera och utveckla kunskaper över traditionella disciplin- och miljögränser, där forskningsinfrastrukturerna bidrar med grundläggande data och är viktiga noder för samverkan och kunskapsproduktion. Forskningsinfrastrukturerna blir därmed allt viktigare för vår förståelse för och kapacitet att hantera några av nutidens allra största samhällsutmaningar. Hit hör bland annat den globala uppvärmningen, utarmningen av den biologiska mångfalden, förorening av luft, mark och vatten och hållbart nyttjande av naturen och jordskorpsans resurser, vilka direkt svarar mot flera av FN:s hållbarhetsmål, flertalet av de svenska miljömålen samt kopplar tydligt till flera av de utpekade så kallade missions inom Horisont Europa (Adaption to Climate Change, Restore our Oceans and Waters by 2030).

3.8.1 Nuläge och utveckling

Stora delar av Sveriges ekonomi bygger på användning av biologiska och geologiska naturresurser, och välanpassade forskningsinfrastrukturer är en förutsättning för den nödvändiga utvecklingen inom dessa områden. Sveriges många miljötyper och klimatzoner erbjuder mycket goda forskningsmöjligheter och gör svensk miljöforskning betydelsefull i jämförande nationella och internationella studier. Samtidigt understryker det vikten av att vidmakthålla högkvalitativ svensk forskning eftersom den kan ge stora kunskapsbidrag som framtida generationer i hela världen behöver.

In-situ mätningar under, eller nära mark- och havsnivå är viktiga komplement till de stora mängder data som levereras av satellitplattformar, inom till exempel ESA:s Copernicusprogram, för att kunna göra verifierade rumsliga analyser av hög kvalitet över stora rumsliga skalor. Här, liksom för flertalet frågor rörande miljö- och klimatforskning, är det avgörande att samla in data som representerar olika miljötyper och den naturliga variationen väl. Det medför behov av avancerad stationär och portabel mätutrustning som kan användas i många miljötyper.

De distribuerade europeiska forskningsinfrastrukturerna är viktiga för att säkra den långsiktiga tillförseln av data. Växthusgasmätningarna inom ICOS, som har ett etablerat nätverk med stationer i Sverige, kommer för kortlivade klimatpåverkande gaser och aerosoler få sin motsvarighet genom finansieringen från 2022 i ACTRIS Sverige och ett svenskt medlemskap i ACTRIS-ERIC. Samlokaliseringen för flera av stationerna inom ICOS och ACTRIS ger forskningsfördelar genom rik datainsamling från samma platser. Flera av stationerna är också samlokaliserade med forskningsstationer inom SITES, vilket gör att forskningsprojekten som bedrivs vid dessa stationer ges tillgång till ett exceptionellt utbud av miljödata över tid som kan vara avgörande för

tolkningen av projektens egna undersökningar och experiment i naturmiljön kring forskningsstationerna.

På den marina sidan har Sverige under de senaste åren fått två nya forsknings- och undersökningsfartyg genom Svea (SLU) och Skagerak (Göteborgs universitet) som ersätter tidigare fartyg. Den samlade svenska marina infrastrukturen bestående av fartyg, forskningsstationer, obemannade farkoster, och stationära mätbojar drivs lokalt av universiteten och i dagsläget finns ingen nationell samordning. Sverige är sedan 2022 medlemmar i EMBRC-ERIC och den svenska verksamheten samlar de flesta svenska lärosäten med marinbiologisk forskning. För forskningen i Arktis spelar isbrytaren Oden en avgörande roll för att förstå hur Arktis påverkas av klimatförändringar vilket ger Sverige en stark internationell ställning.

Efter en sammanslagning av två tidigare infrastrukturer finns sedan 2021 en nationell infrastruktur för biodiversitetsdata, SBDI, som samlar nära 50 olika datakällor i sin dataportal samt erbjuder användarstöd och analystjänster. Insamlingen av de data som erbjuds genom SBDI sker bland annat genom den statliga nationella miljöövervakningen, som står för viktiga och långsiktiga datakällor för forskningen inom hela området.

Till infrastrukturerna kan också räknas miljöprovbankerna som finns i Sverige. Där samlas dött och levande material och ger möjlighet att snabbt svara på frågor som hur, när och varför förändringar har skett och få kunskap om tidsserier när nya mätmetoder blir tillgängliga.

Vid Onsala rymdobservatorium bedrivs omfattande datainhämtning för att mäta jorden och dess rörelser, havsnivåförändringar och jordens tyngdkraftsfält, som ger dataunderlag till studier om jordens uppbyggnad och dynamik. Genom finansieringen från och med 2022 av svensk medverkan i EPOS kommer tillgång att ges till en rad datamängder som rör den fasta jorden samt att det svenska dataunderlaget harmoniseras för att göras öppet tillgängligt på europeisk nivå genom EPOS-ERIC. Provtagningar under markytan är nödvändiga för studier av exempelvis planetens utveckling, uppkomsten och utvecklingen av liv och dess förutsättningar, grundvatten och vattenkvalitet samt mineralresurser. På det nationella planet finns borrhplattformen Riksriggen som även internationellt är en eftertraktad infrastruktur inom samarbetet ICDP för insamling av borrhärnor.

Radarsystemet EISCAT-3D som började byggas under 2022 kommer att kunna ge unika möjligheter till kontinuerliga och tredimensionella studier av atmosfären i polarområdena över Skandinavien.

Förståelse för hur klimatsystem fungerar nås genom att kombinera studier baserade på observationer med matematisk numerisk modellering. Klimatforskningen har varit pådrivande för utvecklingen av storskaliga beräkningar och integrering av datakällor, vilket har varit en förutsättning för att ta fram IPCC:s rapporter om det framtida klimatet. Samhällets behov av att förstå förändringar av klimatet och dess effekter gör att framtida krav på e-infrastruktur förväntas öka.

Förståelse för Jorden kräver detaljerad kunskap om vad material på Jorden består av. Analysinstrument för detta med hög precision och upplösning som kan tillgås via exempelvis Nordsim/Vega och andra infrastrukturer för materialanalyser är angelägna för att kartlägga struktur och kemisk sammansättning i mineral och andra material för att ge svar på frågor om bland annat ämnens kretslopp och jorden och livets långsiktiga utveckling.

3.8.2 Framtida behov och utmaningar

Forskning inom området om processer och förändringar i tid och rum kommer fortsatt kräva detaljerade och långsiktiga observationer av ekosystem, luft, mark, berggrund och vatten för att tillgodose behovet av data för analyser och modellering. Därtill kommer experimentella undersökningar under fältlika förhållanden att vara centrala för att kunna simulera framtida förändringar i miljöförhållanden och förutspå hur de påverkar organismer och ekosystemfunktioner.

För att effektivt kunna samla in nödvändiga data behövs utveckling av sensorer, både fasta och mobila med hög driftsäkerhet, lång livslängd, och design för automatiserad användning. Dessa skulle göra det möjligt att kontinuerligt övervaka miljöparametrar över stora områden även i svåråtkomliga miljöer.

Det är viktigt att svensk forskning ges möjlighet att vara delaktig i den snabba utvecklingen av den alltmer avancerade instrumentering som krävs inom området med ökade kostnader som följd. Ett sätt att svara upp mot detta är att portabla instrument görs tillgängliga via nationellt samordnade instrumentpooler.

Det finns behov av en fortsatt utveckling och samordning av experimentella plattformar där framtida miljöförhållanden kan simuleras. Värdet av experimentella undersökningar i ekosystem in-situ ökar med långsiktigheten och med möjligheten att täcka många miljöförhållanden och sådana ekosystemexperiment drivs därför med fördel inom forskningsinfrastrukturer. En samlad inventering över svenska miljöprovsbanker skulle ha ett stort värde och i ett första steg finns behov av att utreda förutsättningarna för en ökad samordning av dessa.

För Sveriges marina forskningsinfrastrukturer, både i form av forskningsfartyg och marina fältstationer, finns potential att genom högre grad av samordning öka det nationella användandet och erbjuda öppen tillgång till mätserier och andra data. Isbrytaren Oden beräknas ha en kvarvarande livstid på maximalt tio år och det finns ett stort behov av att ersätta Oden för fortsatt tillgång till en svensk forskningsisbrytare. Samtidigt behöver en stabil modell för driften av ett nytt fartyg för forskningsändamål tas fram.

Med forskningsinfrastrukturernas ökade betydelse för datainsamling över disciplingränserna ökar behovet av specialiserat användarstöd. Därför måste vid finansiering av infrastrukturers utrustning och instrument också medfölja tillräcklig finansiering av personal. Även hantering och publicering av de data

som produceras vid infrastrukturerna kräver specialiserad personal som är insatta i forskningsområdet.

3.9 Teknik och energi

I guiden från 2018 lyfts teknikvetenskap som ett område vilket omfattar både grundforskning, tillämpning samt består av många olika forskningsämnen. I och med det tillskott som Vetenskapsrådet tilldelades i den senaste forskningspropositionen kunde RFI bevilja bidrag till investeringar i forskningsinfrastrukturerna SpaceLab och Kollberglaboratoriet, utökad HPC-service med privata molntjänster samt ny utrustning till FREIA-laboratoriet för utveckling av nya accelerators och instrument för forskning. Dessa investeringar kommer bland annat att öppna för att Sverige på ett förtjänstfullt sätt kan tillhandahålla instrumentering för rymdforskning och satelliter till forskare inom terahertzområdet, samt utvecklande av nya effektivare accelerators och instrumentering.

Att säkra en miljömässigt hållbar energiförsörjning är en av vår tids viktigaste frågor. Inom området fusion har infrastruktur för forskning och utveckling av fusionsreaktorer, ITER och DEMO, erhållit medel.

Sveriges välstånd bygger till stor del på ett högteknologiskt kunnande som drivit fram världsledande industrier inom exempelvis IT, transport och energi.

Teknikvetenskap är ett område som omfattar både grundforskning och tillämpning inom de flesta sektorer av vikt för svensk industri. Området inkluderar många olika forskningsämnen, vilka kan sträva efter tillämpning av grundforskning såväl som prediktering av processutfall och funktioner hos produkter. Teknikvetenskap och tillämpad forskning spelar en viktig roll inom exempelvis energiteknik, metallurgi, lättviktsmaterial och material från förnybara råvaror som skog.

Grundläggande förståelse för materials och komponenters egenskaper, samt utveckling av effektiva tillverkningsprocesser är fundamentala delar inom teknikvetenskapen och dess tillämpningar. Forskarna är därför stora användare av synkrotronljus- och neutronspridningsanläggningar men har också ett stort behov av laboratorier för utveckling och test av material, komponenter och processer. Forskningsinfrastrukturer direkt riktade mot teknikvetenskap är ofta dedikerade till ett visst område och är ofta av regional eller lokal karaktär. För att bredda tillgänglighet, utnyttja synergier och stimulera kompetensutveckling ska sådana regionala och lokala initiativ uppmuntras till samordning för bildande av nationella distribuerade infrastrukturer, såsom ARTEMI, svenskt NMR Centrum och Myfab. Inte sällan rör det sig också om pilot- eller testanläggningar där forskningen är en integrerad del av själva anläggningen.

Att säkra en hållbar energiförsörjning är en av vår tids viktigaste frågor. Energiforskningen rör hela kedjan från produktion, lagring och distribution till

konsumtion av elektricitet eller andra energiformer, samt återvinning av ingående material i en cirkulär ekonomi. Utveckling av förnybara energikällor, exempelvis solenergi, vindkraft och bioenergi, är en viktig aspekt. Detsamma gäller forskning som syftar till att vidareutveckla energikällor som vattenkraft och kärnenergi. En omställning till ett hållbart samhälle inkluderar bland annat utveckling av tekniker för energilagring, till exempel i form av vätgas. Där ingår även mer energitäta batterier med mindre miljöavtryck samt relaterade pilot- och testanläggningar.

3.9.1 Nuläge och utveckling

Inom teknikvetenskap är ett problem att behovet av infrastruktur angränsar till eller överlappar behovet av anläggningar av pilottyp, där forskning och utveckling inom material, komponenter, processer, metoder och tekniker är en integrerad del av själva anläggningen. De tvärvetenskapliga egenskaperna i sådana projekt avspeglas idag i att flera olika finansiärer (privata och offentliga) ofta är inblandade. Detta i sin tur medför att finansiering av anläggningarna riskerar att falla mellan stolarna. För att säkra förutsättningarna för teknikvetenskap i Sverige behövs en samordning mellan olika finansiärer.

Dagens nationella och internationella infrastrukturer för forskning inom kemi, tillämpad fysik, materialvetenskap, teknikvetenskap och livsvetenskaper omfattar röntgen- och neutronteknologier och tillgång till renrum. En allmän trend är att forskningen i allt högre utsträckning är behovsmotiverad, adresserar de globala utmaningarna och ofta sker i samverkan med industri och offentlig verksamhet. Inom teknikvetenskaperna kan noteras att acceleratorfysiken utvecklas med effektivare angreppssätt där infrastrukturen SINBAD i Tyskland är ett exempel på en anläggning vilken driftsätts och är dedikerad för utveckling av nya metoder inom området. Ett annat exempel är EUPRAXIA som är inkluderad i ESFRI:s färdplan. Även energiforskningen är till stor del beroende av avancerade forskningsinfrastrukturer för att förstå och utveckla material med specifika egenskaper samt förstå de miljömässiga konsekvenserna av energiproduktionen. Slutsatsen är att för stor del av energiforskningen krävs specifika försöks- och demonstrationsanläggningar för att utveckla och testa ny teknik. Det betyder att forskningen spänner över flera finansiärers och myndigheters ansvarsområde vilket i sin tur påkallar både ökad samordning och ett förtydligande av ansvarsområden.

Inom fusionsforskningen ligger europeiskt och svenskt fokus på konstruktion och framtida drift av ITER som är en experimentreaktor för att visa på fusion som en möjlighet för framtida elproduktion. Idag är svenska forskare engagerade vid andra internationella fusionsanläggningar, dels som en förberedelse för ITER, dels för pågående forskningsprojekt. Det svenska deltagandet i det samordnade EU-baserade fusionsforskningsområdet i ramprogrammet inom Horisont Europa, EUROfusion, har förnyats och syftar till att säkra nuvarande aktiviteter tills ITER kommer i drift.

Inom fissionsforskningen finns ett ökat fokus kring utveckling av små modulära reaktorer (SMR). Det är även viktigt för användargrupper från fissionsforskningen att tillgång säkras till internationella anläggningar, som till

exempel Jules-Horowitz, Pallas och MYRRHA, där bestrålning och lokala kemiska miljöer kan kombineras, för att på så vis bana väg för nästa generations reaktorer.

3.9.2 Framtida behov och utmaningar

Sverige ligger i framkant inom området cirkulär ekonomi och genom att ta ett miljömässigt helhetsgrepp i vår strävan efter det cirkulära samhället stärker vi även svensk industri och dess konkurrenskraft. Området väntas även bli allt viktigare i framtida EU-direktiv. Eftersom olika komponenter i energisystemet ingår i ett komplext samspel är en bättre samverkan mellan olika forskningsfält och aktörer eftersträvansvärd. Utveckling av förnybara energikällor är en viktig aspekt. Detsamma gäller forskning som syftar till att effektivisera och förbättra traditionella energikällor som vattenkraft och kärnenergi. För fusionsområdet väntas ITER gå i produktion december 2025. Inom nukleär fissionsforskning kräver utvecklingen av nästa generations reaktorer, som till exempel Generation IV, acceleratordrivna system och SMR, nya material och diagnostik.

Viktigt är även att forskningen inom strategiska områden får tillgång till relevant infrastruktur liksom att tillgång till och utveckling av instrumentering kan säkerställas på lång sikt för såväl instrument av nanotekniktyp fabricerade med renrumsmetoder som instrumentering av ”big science” karaktär. Det kan röra sig om instrumentering för kvantdatorer och kvantkommunikation, acceleratorfysik, eller detektorutveckling för astronomi.

Parallellt med de metoder som de storskaliga anläggningarna erbjuder finns en rad andra experimentella metoder som är avgörande för forskningen inom teknik och energi. Dessa finns oftast tillgängliga på alla forskningstunga lärosäten och utgör viktig lokal infrastruktur, men de mest avancerade instrumenten, inom exempelvis elektronmikroskopi eller NMR, är idag väldigt dyra. För att säkra förutsättningarna för teknikvetenskap i Sverige krävs en samordning på alla nivåer som tar hänsyn till teknik- och energiforskningens faktiska och speciella behov.

Inom såväl teknikvetenskap som energiforskning är det fortsatt viktigt att tydligt definiera rollerna för och ansvaret hos intressenter (universitet, statliga finansärer och industrisektorn) för att förbättra samordningen av deltagandet i och finansieringen av nationella forskningsinfrastrukturer med hänsyn tagen till de långa tidsskalor som ofta råder inom forskningsfälten.

4 Appendix 1. Tabell över infrastrukturer

Tabellen uppger infrastrukturer som under 2022 uppbar någon form av bidrag från Vetenskapsrådet eller där Sverige är medlem och betalar medlemsavgift. För mer information om infrastrukturerna hänvisas till [Vetenskapsrådets webbplats](#) samt de enskilda infrastrukturernas egna webbplatser.

Nationell infrastruktur – verksamheten bedrivs vid en central enhet eller vid verksamhet distribuerad på flera lärosäten.

Konventionsbundna infrastrukturer – verksamheten bedrivs baserad på konventioner som Sverige har ratificerat.

ERIC, European Research Infrastructure Consortium, – verksamheten bedrivs genom en särskild organisationsform för europeiska forskningsinfrastrukturer och har en juridisk rätt som erkänns i alla EU:s medlemsländer och i de associerade land som accepterar ERIC.

Internationell övrig infrastruktur – verksamheten baseras på bi- eller multilaterala avtal och bedrivs i utlandet med svensk medverkan eller i Sverige med utländsk medverkan

För fullständig förklaring av de olika organisationstyperna hänvisas till guidens avsnitt 1.4.

Infrastrukturer som hanteras av Vetenskapsrådet

*Avgiften för Sveriges medlemskap i EATRIS ERIC betalas av Vinnova

**Avgiften för Sveriges medlemskap i EMBRC betalas av universitet

***Avgiften för Sveriges medlemskap i Euro-Bioimaging ERIC betalas av universitet

Akronym	Namn	Användnings- område	Organisations- typ	Första bidrag eller medlem- skapsår
AB-ITC	Jonteknologiskt Centrum	Material och livets byggstenar	Nationell	2012
ACTRIS	ACTRIS Sverige	Jorden, klimat och miljö	ERIC med nationell nod	2022
ALICE	A Large Ion Collider Experiment	e-infrastruktur & Universums minsta beståndsdelar	Internationell övrig	1998
ANDES	ANDES - instrumentering för ELT (tidigare HIRES)	Rymden	Internationell övrig	2017
APPA	Atomic, Plasma Physics and Applications	Universums minsta beståndsdelar & Rymden	Internationell övrig	2010
ARTEMI	Atomic Resolution TEM infrastructure of Sweden	Material och livets byggstenar	Nationell	2022
Astronet	Astronet	Rymden	Internationell övrig	2017
ATLAS	A Toroidal LHC Apparatus	e-infrastruktur & Universums minsta beståndsdelar	Internationell övrig	1998
BBMRI-ERIC	Biobanking and BioMolecular resources Research Infrastructure ERIC	Life science	ERIC med nationell nod	2013
BioMS	Swedish National Infrastructure for Biological Mass Spectrometry	Life science	Nationell distribuerad	2016

Akronym	Namn	Användningsområde	Organisations-typ	Första bidrag eller medlemskapsår
BIS	Biobank Sverige	Life science	Nationell distribuerad	2018
CBCS	Kemiskt biologiskt konsortium	Life science	Nationell distribuerad	2010
CERN	Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire	e-infrastruktur & Universums minsta beståndsdelar	Konvention	1954
CESSDA-ERIC	Consortium of European Social Science Data Archives ERIC	Samhälle och individ	ERIC med nationell nod	2014
CEXS	Center for X-rays in Swedish Materials Science	Material och livets byggstenar	Nationell	2017
CLARIN-ERIC	Common Language Resources and Technology Infrastructure ERIC	Humaniora & Samhälle och individ & Life science	ERIC med nationell nod	2014
CORS	Comparative Research Center Sweden	Samhälle och individ	Nationell distribuerad	2018
DEMSCORE	Democracy, Environment, Migration, Social Policy, Conflict and Representation	Samhälle och individ	Nationell distribuerad	2020
DESIREE	Double ElectroStatic Ion Ring ExpEriment	Universums minsta beståndsdelar	Nationell	2002
EATRIS ERIC*	European infrastructure for translational medicine	Life science	ERIC	2015
ECORD	European Consortium for Ocean Research Drilling	Jorden, klimat och miljö	Internationell övrig	2003
EISCAT	European Incoherent Scatter Scientific Association	Rymden & Jorden, klimat och miljö	Internationell övrig	1981
ELIXIR	ELIXIR	Life science	Internationell övrig	2013

Akronym	Namn	Användningsområde	Organisations-typ	Första bidrag eller medlemsårs
EMBC	European Molecular Biology Conference	Life science	Konvention	1969
EMBL	European Molecular Biology Laboratory	Life science & Jorden, klimat och miljö	Konvention	1974
EMBRC**	European Marine Biological Resource Centre	Jorden, klimat och miljö	ERIC	2022
EPOS	European Plate Observing System	Jorden, klimat och miljö	ERIC med nationell nod	2022
ESO	European Southern Observatory	Rymden	Konvention	1964
ESRF	European Synchrotron Radiation Facility	Life science & Material och livets byggstenar & Jorden, klimat och miljö & Teknik och energi	Konvention	1988
ESS-ERIC	European Social Survey ERIC	Samhälle och individ	ERIC med nationell nod	2013
ESS ERIC	European Spallation Source ERIC	Life science & Material och livets byggstenar & Universums minsta beståndsdelar & Jorden, klimat och miljö & Teknik och energi	ERIC	2015
EST	European Solar Telescope	Rymden	Internationell övrig	2022

Akronym	Namn	Användningsområde	Organisations-typ	Första bidrag eller medlemskapsår
EuBI-ERIC***	Euro-BioImaging ERIC	Life science	ERIC med nationell nod	2019
EUI	European University Institute	Humaniora & Samhälle och individ	Konvention	1997
EU-OPEN-SCREEN	EU-OPENSREEN ERIC	Life science	ERIC med nationell nod	2022
EUROFusion	EUROFusion	Teknik och energi	Internationell övrig	2014
EuroHPC JU / LUMI	European High Performance Computing Joint Undertaking	e-infrastruktur	Internationell övrig	2019
FAIR	Facility for Antiproton and Ion Research in Europe	Universums minsta beståndsdelar & Rymden	Konvention	2010
GBIF	Global Biodiversity Information Facility	Jorden, klimat och miljö	Internationell övrig	2001
HUMINFRA	Infrastruktur för digital humaniora	e-infrastruktur & Humaniora	Nationell distribuerad	2022
IARC	International Agency for Research on Cancer	Life science	Internationell	1979
IASC	International Arctic Science Committee	Samhälle och individ & Jorden, klimat och miljö	Internationell övrig	1990
ICDP	International Continental Drilling Program	Jorden, klimat och miljö	Internationell övrig	2008
IceCube	South Pole Neutrino Observatory	Universums minsta beståndsdelar & Rymden	Internationell övrig	2005
ICOS	Integrated Carbon Observing System	Jorden, klimat och miljö	ERIC med nationell nod	2016

Akronym	Namn	Användningsområde	Organisations-typ	Första bidrag eller medlemsår
ILL	Institute Laue Langevin	Life science & Material och livets byggstenar & Universums minsta beståndsdelar & Jorden, klimat och miljö & Teknik och energi	Internationell övrig	2010
InfraVis	Infrastruktur för visualisering av vetenskapliga data	Humaniora & Samhälle och individ & Life science & Material och livets byggstenar & Universums minsta beståndsdelar & Rymden & Jorden, klimat och miljö & Teknik och energi	Nationell distribuerad	2022
ISIS	ISIS Neutron and Muon Source	Life science & Material och livets byggstenar & Universums minsta beståndsdelar & Jorden, klimat och miljö & Teknik och energi	Internationell övrig	2010
ISOLDE	Isotope mass Separator On-Line facility	Universums minsta beståndsdelar	Internationell övrig	1967
ITER & DEMO	International Thermonuclear Experimental Reactor, Demonstration power plant	Teknik och energi	Internationell övrig	2002
JIVE	Joint Institute for VLBI ERIC	Rymden	ERIC med nationell nod	1993

Akronym	Namn	Användningsområde	Organisations-typ	Första bidrag eller medlemsår
MAX IV	MAX IV-laboratoriet	Humaniora & Life science & Material och livets byggstenar & Jorden, klimat och miljö & Teknik och energi	Nationell	2011
MONA	Microdata On-Line Access (SCB)	Samhälle och individ	Nationell	2006
MOSAIC	MOSAIC - instrumentering för Extremely Large Telescope (ELT)	Rymden	Internationell övrig	2023
Myfab	Myfab – the Swedish research infrastructure for micro- and nanofabrication	Material och livets byggstenar & Teknik och energi	Nationell distribuerad	2010
NBIS	Nationell BioinformatikInfrastruktur Sverige (tidigare BILS)	Life science	Nationell distribuerad	2009
NEAR	National e-infrastructure for Aging Research	e-infrastruktur & Samhälle och individ & Life science	Nationell distribuerad	2018
NEIC	Nordic e-infrastructure Collaboration	e-infrastruktur	Internationell övrig	2012
NGI	National Genomics Infrastructure (tidigare SNISS)	Life science	Nationell distribuerad	2010
NMI	Nationell infrastruktur för mikroskopi inom livsvetenskaperna	Life science	Nationell distribuerad	2016
NordSIMS	NordSIMS-Vegacenter	Jorden, klimat och miljö	Nationell	1993

Akronym	Namn	Användningsområde	Organisations-typ	Första bidrag eller medlemsår
NUSTAR	Nuclear structure, Astrophysics and Reactions	Universums minsta beståndsdelar & Rymden	Internationell övrig	2010
Oden	Isbrytaren Oden	Jorden, klimat och miljö	Nationell	2022
OSO	Onsala Space Observatory	Rymden & Jorden, klimat och miljö	Nationell	1990
PANDA	antiProton ANnihilation at DArmstadt	Rymden & Jorden, klimat och miljö	Internationell övrig	2010
PETRA III	Petra III svensk nod	Material och livets byggstenar	Internationell övrig	2011
PPS	Proteinproduktion Sverige	Life science	Nationell distribuerad	2022
PRACE	Partnership for Advanced Computing in Europe	e-infrastruktur	Internationell övrig	2010
REWARD	National Infrastructure for research about social relations, work and health across the life course	Samhälle och individ & Life science	Nationell distribuerad	2018
Riksriggen	Riksriggen	Jorden, klimat och miljö	Nationell	2018
SBDI	Svensk biodiversitetsdatainfrastruktur (tidigare BAS och LifeWatch)	Jorden, klimat och miljö	Nationell distribuerad	2021
SCAR	Scientific Committee of Antarctic Research	Samhälle och individ & Jorden, klimat och miljö	Internationell övrig	1988
SHARE-ERIC	Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe ERIC	Samhälle och individ & Life science	ERIC med nationell nod	2014

Akronym	Namn	Användningsområde	Organisations-typ	Första bidrag eller medlemsår
SIMPLER	Swedish Infrastructure for Medical Population-based Lifecourse and Environment Research	Samhälle och individ & Life science	Nationell distribuerad	2018
SITES	Swedish Infrastructure for Ecosystem Science	Jorden, klimat och miljö	Nationell distribuerad	2013
SKA	Square Kilometer Array Observatory	Rymden	Internationell övrig	2016
SND	Svensk Nationell Datatjänst	e-infrastruktur & Humaniora & Samhälle och individ & Life science & Jorden, klimat och miljö	Nationell	2008
SNIC	Swedish National Infrastructure for Computing (ersätts fr.o.m. 2023 av NAISS)	e-infrastruktur	Nationell	2005
SST	Svenska solteleskopet	Rymden	Nationell	2013
STR	Svenska Tvillingregistret	Samhälle och individ & Life science	Nationell	2018
Superadam	Superadam	Material och livets byggstenar	Internationell övrig	2009
SveDigArch	Swedish National Infrastructure for Digital Archaeology	e-infrastruktur & Humaniora	Nationell distribuerad	2022
SwedNMR	SwedNMR	Life science & Material och livets byggstenar	Nationell distribuerad	2022
SwedPop	Swedish Population Databases for Research	Humaniora & Samhälle och individ & Life science	Nationell distribuerad	2018

Akronym	Namn	Användnings- område	Organisations- typ	Första bidrag eller medlem- skapsår
UGU	Utvärdering Genom Uppföljning	Samhälle och individ	Nationell	2012
XFEL	European X-ray Free Electron Laser	Life science, Material och livets byggstenar & Jorden, klimat och miljö & Teknik och energi	Konvention	2010
