

Rymdstyrelsens analys och förslag till regeringens forskningspolitik





Inledning och sammanfattning 2

Rymdstyrelsens förslag till regeringens forskningspolitik..... 2

Stärka svenska aktörers konkurrenskraft för hållbar tillväxt och effektiviseringar	3
Dataexploatering för att möta klimatförändringarna och de globala hållbarhetsmålen	3
Kraftsamling på EU:s partnerskapsprogram och övriga program.....	4
Sammanhållande expertmyndighet för svensk rymdverksamhet.....	5
Arktis – en brännpunkt för exploateringsintressen och säkerhetspolitik i ett starkt förändrat klimat	6
Samordning av rymdverksamhet och särskilda satsningar för hela samhällets behov	7
Säkerställa tillgången på säker, pålitlig och för Sverige relevant rymdinfrastruktur	8
Espace som centrum för forskning och utbildning inom rymd, klimat och miljö	9
Förstärkt medverkan i internationella rymdforskningsprojekt	10
Ökat deltagande i relevanta ESA-program	11
Nationellt rymddatalabb	12

Appendix 1: Bakgrundsanalys och Rymdstyrelsens verksamhet 14

Omvärldsanalys och långsiktiga forskningsbehov inom rymdområdet..... 14

Rymdstyrelsens målbild för rymdverksamheten 2029.....	16
Strategi för svensk rymdverksamhet	18
Rymdforskning som bidrar till Sverige som ledande kunskapsnation	19
Samhällets utveckling, lösningar på samhällsutmaningar och näringslivets konkurrenskraft	20

Rymdstyrelsens verksamhet som forskningsfinansiär 22

Öppna utlysningar och riktade satsningar	22
EU:s ramprogram, missions och partnerskapsprogram	23
ESA:s program	24

Appendix 2: Ekonomiska konsekvenser av Rymdstyrelsens förslag..... 26



Inledning och sammanfattning

En ambitiös, samordnad nationell rymdverksamhet bidrar till Sveriges möjligheter att uppnå FN:s globala hållbarhetsmål, Agenda 2030 och upprätthålla en plats som en ledande kunskapsnation. En satsning på rymden är en satsning på jorden – för vårt samhälle, vår miljö och vår framtid.

Samhället är beroende av en väl fungerande rymdverksamhet för nyttor och tjänster vi tar för givna, som navigation, väderprognoser och global kommunikation. I kriser och katastrofer är rymdinfrastrukturen och rymddata en omistlig strategisk resurs som bidrar till att skydda utsatta samhällen och till att reducera mänskligt lidande i betydande omfattning. Forskning och innovation inom rymdområdet påverkar människors vardag och framtid på ett genomgripande sätt, och är oersättliga för att förstå och åtgärda globala utmaningar som klimatförändring, miljöförändring och förlust av biodiversitet.

Rymdstyrelsen presenterar med detta underlag flera förslag för att genomföra den svenska nationella rymdstrategin. Här är rymdverksamheten ett medel för att möta samhällsutmaningar, hållbarhetsmålen och Agenda 2030, stimulera tillväxt, stärka konkurrenskraft och stärka Sveriges position som ledande kunskapsnation. Dessutom leder förslagen till en stärkt samverkan i samhället för att ta tillvara hela samhällets intressen i rymdverksamheten.

Rymdstyrelsens förslag till regeringens forskningspolitik

Rymdstyrelsens förslag och deras sammanlagda ambitionsnivå speglar rymdens vitala betydelse för många samhällsfunktioner och vår förmåga att möta hållbarhetsmålen och samhällsutmaningarna. Dessutom står rymdverksamheten mitt uppe i en omvälvande förändring, där nya tillämpningar och marknader etableras, och rymden är en ny arena för säkerhetspolitik, miljöpolitik och entreprenörskap. Sverige behöver mobilisera sin samlade expertis och kompetens tillsammans med flera berörda politikområden för att på bästa sätt ta vara på de stora möjligheter som rymdverksamheter kan erbjuda för forskning, innovation och kunskapsbaserad samhällsutveckling.

Med de förslag som Rymdstyrelsen lägger här kan hela samhället dra nytta av rymdverksamheten, för ett hållbart samhälle, god tillväxt och en effektiv samverkan över flera samhällsintressen och politikområden. Förslagen rustar Sverige som en ledande kunskapsnation inom rymdområdet och bidrar till forskning och kunskapsuppbyggnad också inom många andra fält som klimatforskning, skogsforskning och miljöövervakning. De nationella programmen ger goda instegsmöjligheter för unga forskare som projekt- eller forskningsledare. Rymdverksamheten blir synlig och kan inspirera unga att välja en karriär inom naturvetenskap eller teknik.

Förslagen till Regeringens forskningsproposition syftar till att uppfylla delar av den nationella rymdstrategin. Förslagen utgör konkreta insatser på kort sikt



(2021–2024) som för Rymdstyrelsen och Sveriges rymdverksamhet vidare mot de strategiskt långsiktiga målen: att Rymdstyrelsen ska vara en sammanhållande expertmyndighet för svensk rymdverksamhet, att säkerställa Sveriges tillgång på säker, pålitlig och relevant rymdinfrastruktur samt att stärka svenska aktörers konkurrenskraft för hållbar tillväxt och effektiviseringar.

De detaljerade ekonomiska konsekvenserna av förslagen redovisas per år i appendix 2, medan anslagsförstärkningarna för *anslag 3:4 – Rymdforskning och rymdverksamhet* också sammanfattas för varje förslag i huvudtexten. *Anslag 3:5 – Rymdstyrelsen: Förvaltning* behöver samtidigt öka med 10,8 miljoner kr till 2024.

Stärka svenska aktörers konkurrenskraft för hållbar tillväxt och effektiviseringar

Rymdstyrelsen identifierar på kort sikt två högt prioriterade satsningar för att möjliggöra en långt framskjuten svensk position i de nya framväxande möjligheter som följer på de omvälvande förändringarna i rymdsektorn. Dessa är satsningar på dataexploatering för att möta de globala hållbarhetsmålen och stärkt svensk medverkan i EU:s partnerskapsprogram och andra program i Horisont Europa och tillämpningsprogrammen. Båda satsningarna utgör välbehövliga injektioner i eftersatta eller nya och snabbt växande områden av avgörande betydelse för framtida rymdforskning och utveckling.

Dataexploatering för att möta klimatförändringarna och de globala hållbarhetsmålen

Rymdstyrelsen föreslår:

- att stärka resurserna till forskning och innovation som bygger på dataexploatering för att möta klimatförändringarna och de globala hållbarhetsmålen.

Ekonomiska konsekvenser: Förslaget behöver 130 mnkr 2021–2024. Därefter behöver Rymdstyrelsens anslag förbli 40 mnkr högre än i dag.

Arbetet med att nå de globala hållbarhetsmålen och att leva upp till åtaganden i Parisavtalet har hög nationell prioritet. För att leva upp till ambitionerna så krävs det god kunskap om hur klimat- och ekosystemen på jorden fungerar och hur processerna som binder ihop dem samverkar på planetär nivå. De möjligheter som finns att kartlägga och följa processer och påverkan är till stora delar knutna till exploatering av data som kommer från rymdinfrastruktur i kombination med mätningar i atmosfär, på land och i vatten.

Tillsammans med Nasas Landsat- och Modisprogram och forskningssatelliter och ESA:s Earth Explorer samt de meteorologiska organisationernas satelliter utgör Copernicus en ovärderlig källa till information om både havs- jord- och atmosfärssystem och deras status och sammanlänkning. Copernicus tillgängliggör fria och öppna data över jorden i en aldrig tidigare skådad



omfattning. Datamängderna kommer dessutom att öka när den första generationen av satellitsystemet är fullt utbyggd och operativ. Inom nästa långtidsbudget planeras också en utbyggnad av programmet som ska hämta in ytterligare data om bland annat yttemperaturer, koldioxidhalt och polarområdena (se förslaget om Arktis).

De stora mängderna data och de till delar nya frågeställningarna kräver nya analyser och metodutveckling när det gäller dataexploatering, dels för att identifiera samband mellan sensordata och de faktiska mätningarna men framför allt för att med ny teknik som artificiell intelligens möjliggöra rationell analys av de enorma datamängderna. Med ständigt uppdaterade data kan vi följa processer på ett sätt som tidigare inte varit möjligt. Det finns dock begränsningar i dagens AI-tekniker. De är inte utvecklade för den avancerade analys som verkliga jordobservationsdata kräver. Här behövs till exempel utveckling av hyperdimensionella analysmetoder för dataexploatering.

Rymdstyrelsens ansvar för dataexploatering och användningen av Copernicus i relation till globala utmaningar, hållbarhetsmål och arbete med klimatförändringar bör förtydligas och stärkas. Området behöver ökade resurser för att gynna dataexploatering och AI inom universitet och högskolor och en satsning på dataexploatering inom små och medelstora företag. I kombination med de resurser som föreslagits för finansiering av det nationella rymddatalabbet för att säkra svenska myndigheters tillgång till data och analyskraft kommer det kunna skapa en god position för Sverige att delta i det internationella hållbarhetsarbetet.

Kraftsamling på EU:s partnerskapsprogram och övriga program

Rymdstyrelsen föreslår:

Att stärka det svenska genomslaget i EU:s rymdverksamhet genom:

- Att öka deltagandet i relevanta partnerskapsprogram
- Att effektivisera samverkans- och påverkansarbetet mellan svenska aktörer och EU:s rymdprogram och Horisont Europa.
- Att samordna nationella rymdaktiviteter med EU:s rymdprogram.

Ekonomiska konsekvenser: Förslaget behöver 70 mnkr 2021–2024. Därefter behöver Rymdstyrelsens anslag förbli 25 mnkr högre än i dag.

Rymddata spelar en allt större roll i det moderna samhället inom exempelvis navigation, kommunikation och innovativa tjänster kopplade till jordobservation. Rymddata har stor potential att användas bredare inom svensk medverkan i EU:s ram- och partnerskapsprogram.

För att möjliggöra den samhällsnytta som rymdverksamheten kan ge behöver Rymdstyrelsen delta i EU:s partnerskapsprogram där rymddata och rymdverksamhet kan användas för att nå programmålen. Genom forskningsfinansiärernas EU-samordningsfunktion kan Rymdstyrelsens finansiering till partnerskapsprogram förstärkas. Den växande betydelsen av



rymddata och rymdtjänster för samhällsutveckling och förståelsen för vår omvärld långt utanför rymdsektorn medför att Rymdstyrelsen behöver delta aktivt i en bredare uppsättning partnerskapsprogram och i EU:s så kallade "missions" genom detta samarbete.

Rymdstyrelsen kan bidra till att stärka de svenska möjligheterna och förbättra den svaga svenska medverkan inom EU:s rymdprogram (både ramprogrammen och tillämpningsprogrammen) genom effektivare samordning mellan nationella satsningar och de europeiska initiativen samt uppsökande verksamhet och rådgivning. Rymdstyrelsen har goda erfarenheter av ett sådant arbetssätt för ESA:s program men har inte personalresurserna för motsvarande insatser på EU-området.

För Rymdstyrelsen innebär kraftsamlingen bland annat att administrera utlysningar inom partnerskapsprogrammen, samordna de nationella programmen med de europeiska och därutöver fokusera på det arbete som sker på EU-nivå för att på så sätt kunna positionera Sverige inom strategiska områden.

Sammanhållande expertmyndighet för svensk rymdverksamhet

Rymdstyrelsen ser stora möjligheter för rymdverksamheten att vara till nytta för samhället. Vi föreslår att kraftigt öka samverkan med andra aktörer i forskning, utveckling och nyttjande av rymdverksamheten för samhällets behov och att för detta ändamål förstärka Rymdstyrelsens roll som sammanhållande expertmyndighet för den svenska rymdverksamheten. På kort sikt tar detta formen av två specifika satsningar: ett samordningsprogram av rymdverksamhet för hela samhällets behov och ett rymdprojekt för Arktisregionens känsliga frågor. Dessa båda initiativ etablerar Rymdstyrelsen till 2024 som en central koordinerande expertmyndighet för samhällsnyttigt utnyttjande av rymden inom några högt prioriterade områden, till exempel miljö, klimat, rymdlägesbild, rymdjuridik och rymdpolicy.



Arktis – en brännpunkt för exploateringsintressen och säkerhetspolitik i ett starkt förändrat klimat

Rymdstyrelsen föreslår:

Att stärka rymdverksamhetens bidrag till att uppfylla den nationella strategin för den arktiska regionen genom:

- Att leda utvecklingen av ESA:s Arctic Weather Satellite.
- Att samordna rymdaktörernas insatser i Arktis.
- Att samverka med övriga aktörer för att effektivisera nyttjandet av rymdverksamheten.

Ekonomiska konsekvenser: Förslaget behöver endast förstärkningar av Rymdstyrelsens förvaltningsanslag, se appendix 2.

Klimatförändringarna, vår tids största utmaning, märks minst dubbelt så fort i Arktis som i övriga världen. Detta leder till helt nya förutsättningar för den känsliga miljön, de arktiska ekosystemen, urfolken och alla andra som bor och verkar där. Samtidigt har Arktis ökande tillgänglighet medfört att dess säkerhetspolitiska betydelse ökat och stora naturtillgångar enklare kan utvinnas. Polarforskningen är mycket viktig för att studera klimateffekter som är av global betydelse.

Till ESA:s ministerkonferens 2019 har Rymdstyrelsen föreslagit ett nytt satellitprogram under svensk ledning. Det kallas Arctic Weather Satellite och syftar till att förbättra väderprognoserna primärt över polarområdena och på högre latituder (inklusive norra Sverige), men även globalt. En förelöpare ska enligt förslaget sändas upp för att visa att konceptet fungerar men på sikt ska en konstellation av dessa satelliter göra mätningar som kommer att bidra med mer och bättre väderdata i nära realtid (på timbasis). Det betyder bättre regionala väderprognoser med hög upplösning. Arctic Weather Satellite kommer att fungera komplementärt till Europas befintliga vädersatelliter. En sådan tjänst är efterlängtd och välbehövlig för forskare och alla andra verksamheter i polarområdena.

Genomförandet av prototypen till Arctic Weather Satellite ska resultera i efterföljande beställningar av en hel konstellation småsatelliter i ett operationellt program, till fördel för svensk rymdindustri. Rymdverksamheten bidrar därmed till genomförandet av Sveriges strategi för den arktiska regionen genom att främja en ekonomiskt, socialt och miljömässigt hållbar utveckling i Arktis.

Rymdverksamheten kan på ett effektivt sätt bidra till att öka kunskapen om den arktiska miljön och hur den förändras över tid. De svårtillgängliga och glesbefolkade polarområdena har stor nytta av satellitmätningar. Oberoende av väder, tid på dag och år har rymdbaserade instrument en förmåga att löpande registrera förändringar i miljö och klimat. Rymdverksamheten kan också bidra till en bättre infrastruktur och säkerhet till stöd för polarforskning, turism, exploateringsföretag och andra verksamheter genom satellitkommunikation, navigering, ruttplanering, iskartering, med mera.



Ett av Copernicus framtida satellituppdrag har särskilt fokus på att kartlägga isflöden och kan skilja mellan snö och islager. En annan satellit ska dagligen mäta isutbredning och havsvattentemperatur med god upplösning. Finansiering för utbyggnaden av Copernicus ska säkerställas genom EU:s kommande långtidsbudget och genom frivilliga bidrag till ESA från dess medlemsländer vid ESA:s kommande ministermöte. Rymdstyrelsen bedömer att Sveriges bidrag till Copernicus utbyggnad är viktigt för att säkerställa långsiktiga mätningar av klimatparametrar.

Den arktiska regionen har geografiska fördelar för rymdforskning, vilket forskningsanläggningar som Esrange och Eiscat vittnar om. I Luleå etableras ett nationellt rymddatalabb i samarbete med Luleå Tekniska Universitet, RISE och Lindholmen Science Park samfinansierat av Vinnova och SMHI (se även sektion 4.3.5). Rymdverksamheten ger stor nytta för samhället och Rymdstyrelsen kan bidra med samordning och expertråd för att främja nyttjandet av rymddata i forskning i den arktiska regionen.

Samordning av rymdverksamhet och särskilda satsningar för hela samhällets behov

Rymdstyrelsen föreslår:

- Att stödja samhällsviktig rymdverksamhet i samverkan med aktörer från olika delar av samhället.
- Att stödja forskning i samhällsviktiga forskningsfält med relevans för rymdverksamheten.
- Att samordna svensk rymdverksamhet för hela samhällets behov genom samverkan med relevanta myndigheter och organisationer.

Ekonomiska konsekvenser: Förslaget behöver 70 mnkr 2021–2024. Därefter behöver Rymdstyrelsens anslag förbli 30 mnkr högre än i dag.

Det moderna samhället drar stor och växande nytta av data från rymden och verksamheten i rymden. Det är därför viktigt att öka kunskapen och innovationskraften för de samhällsbehov och marknader där satellitdata kan vara en del av lösningen på samtidens globala, regionala och lokala samhällsutmaningar. Den nationella rymdstrategin poängterar vikten av samordning nu när rymdverksamheten är en vital del av en växande skara samhällsviktiga funktioner och ett omistligt verktyg för att möta FN:s globala hållbarhetsmål och Agenda 2030. Data och satellittjänster är av stor betydelse för breda forskningsfält och grunden för talrika innovationsmöjligheter, långt utanför den traditionella jordobservationsforskningen. Exempel på detta är tillämpningar för miljöövervakning, navigering, kommunikation, klimatanpassning och minskning av samhällets klimatpåverkan, katastrofhantering, rymdväder och globalt internet. Flera tillämpningar har dessutom kommersiella möjligheter.

Sverige har stora möjligheter att effektivt och snabbt ta vara på de möjligheter som växer fram och att delta i utvecklingen eller nyttjandet av nya rymdsystem



eller tjänster. Emellertid måste de redan etablerade svenska kompetenserna och aktiviteterna i rymdsektorn synliggöras bättre. Andra aktörer än Rymdstyrelsen behöver prioritera insyn och inflytande på relevanta utvecklingsprogram inom sina respektive sakområden. En sådan utveckling stärker Sveriges strategiska val och prioriteringar där rymdverksamheten har stor betydelse.

I den snabba förändring som rymdverksamheten genomgår behöver Sverige etablera en stark samlad expertis inom det rymdrättsliga och rymdpolitiska området. Detta är av stor vikt för att kunna analysera och bidra till internationellt arbete som syftar till att hålla rymden tillgänglig för alla och fri från vapen. Sverige deltar i en mycket begränsad omfattning i det här arbetet idag. Det är positivt att strategin för svensk rymdverksamhet tydligt tar ställning för att Sverige ska verka för ett hållbart nyttjande av yttre rymden i internationell samverkan.

Forskning för att följa, analysera och stödja medverkan i internationella samarbeten som pågår för att ta fram relevanta styrande dokument och andra överenskommelser är en taktisk åtgärd som möjliggör en operationalisering av den nationella rymdstrategin. Rymdstyrelsen föreslår att bredda myndighetens forskningsutlysningar till att även inkludera discipliner som juridik och statsvetenskap för att öka de samhällseliga nyttorna av rymdverksamhet.

Rymdstyrelsen ser ett stort behov av myndighetssamverkan över flera samhällssektorer, motsvarande det framgångsrika exemplet som i dag drivs för jordobservationssystemet Copernicus. Dessutom behöver en mekanism utvecklas som erbjuder myndigheter att investera direkt i till exempel ESA:s program (genom Rymdstyrelsen) utifrån deras egna prioriteringar. Ett pilotexempel på detta är samarbetet mellan Försvarmakten, MSB och Rymdstyrelsen för ESA:s program för rymdlägesbild. Rymdstyrelsen föreslår ett system för medfinansiering under en inledande programfas från Rymdstyrelsens sakanslag för sådana prioriterade satsningar. Detta skulle medge ett flexibelt och effektivt system för högt prioriterade men snabbt framväxande möjligheter, särskilt inom nya strategiska områden.

Områden för särskilda riktade satsningar kan vara nationell rätt, riskbedömningar, ansvar, skada och försäkring relaterat till rymdverksamhet, samt implementering av internationella regelverk inklusive frivilliga riktlinjer. Inom utvecklingen av internationella regelverk finns ytterligare frågor att besvara avseende hantering av rymdskrot, resursutvinning, rymdlägesbild samt dataexploatering. Frågor om internationella samarbeten inom civil rymdverksamhet kopplat till utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen och målkonflikter behöver också genomlysas från ett svenskt perspektiv.

Säkerställa tillgången på säker, pålitlig och för Sverige relevant rymdinfrastruktur

Rymdstyrelsen har en nyckelroll för att säkerställa tillgången på rymdinfrastruktur för svenska forskares-, entreprenörers- och samhällsaktörers behov. För att uppfylla den nationella rymdstrategin föreslår Rymdstyrelsen flera konkreta satsningar på kort sikt: att utveckla rymdbasen Esrange som centrum



för forskning och utveckling inom rymd, klimat och miljö, att förstärka medverkan för svenska forskare i internationella rymdforskningsprojekt för att bibehålla svensk rymdforskning på högsta internationella klass, att öka deltagandet i relevanta ESA-program – till exempel för att möta samhällsutmaningar, etablera ny expertis eller svara upp mot omvärldens ökade ambitioner inom forskning och utforskning – samt att etablera ett mycket värdefullt nationellt rymddata-labb som drar nytta av framsteg inom AI, den enorma datatillgången från till exempel Copernicus och de stora behoven att möta stora samhällsutmaningar och hållbarhetsmål.

Espace som centrum för forskning och utbildning inom rymd, klimat och miljö

Rymdstyrelsens föreslår:

- En långsiktig satsning på Espace som ett modernt och attraktivt centrum för forskning och utbildning inom rymd, teknik, klimat och miljö.

Ekonomiska konsekvenser: Förslaget behöver 45 mnkr 2021–2024. Därefter behöver Rymdstyrelsens anslag förbli 15 mnkr högre än i dag.

Espace med sitt nordliga läge och faciliteter är redan idag en unik anläggning för forskning och teknikdemonstration med framför allt ballonger och sonder. Rymdbasens geografiska läge erbjuder enastående forskningsmöjligheter inom många forskningsfält, såväl rymdfysik som atmosfärs- och klimatforskning. De stora glesbefolkade områdena runt Espace gör basen ytterst lämplig för uppsändningar av större raketer för tyngdlöshetsforskning och ballonger för falltester av nya rymdsonder och landare inom europeiska och internationella utforskningsprogram men även för framtida uppsändningar av satelliter. Den nya testanläggningen möjliggör tester av bland annat nya motorer för framtida rymdfarkoster och bäraraketer.

Espace är också en utmärkt plats för antenner för kommunikation med polära satelliter och datanedtagning. För dessa tjänster finns det en kommersiell marknad, i övrigt används infrastrukturen på Espace av myndigheter och andra statliga eller institutionella användare, svenska och internationella.

Verksamheten på Espace saknar dock en nationell helhetssyn och koordinering med relevanta utbildningar och forskning på högskolor och universitet. Infrastrukturen på Espace används inte heller regelbundet inom utbildningar på närliggande Rymdcampus, Rymdgymnasiet i Kiruna eller svenska lärarutbildningar.

Rymdstyrelsens förslag ska omfatta utbildningens och forskningens olika faser, från skola och universitetsutbildning till avancerad forskning av världsklass. Förslaget innehåller lärarutbildningar på Espace, dedikerade kurser för elever på Rymdgymnasiet i Kiruna, studenter och doktorander i form av projektarbeten



och laborationer som använder raketer och ballonger, samt ett nationellt program för forskning på ballonger och raketer med särskild fokus på klimatforskning.

Denna nationella satsning kommer att vara av stor betydelse för utbildning och forskning i Sverige samt öka konkurrenskraften för Esrange internationellt. Den kommer att vara ett viktigt komplement till den befintliga verksamheten och framtida satellituppsändningar. Esrange bidrar till positiv utveckling av regionen och till att säkra tillgången på nya ingenjörer och forskare i Kiruna och resten av Sverige.

Satsningen på Esrange genomförs av Rymdstyrelsen i samverkan med det statliga företaget SSC som driver basen samt relevanta aktörer inom utbildning och forskning som IRF, LTU, Rymdgymnasiet med flera.

Förstärkt medverkan i internationella rymdforskningsprojekt

Rymdstyrelsen föreslår:

- En satsning för att stärka den nationell förmågan att bidra till internationella rymdforskningsprojekt.

Ekonomiska konsekvenser: Förslaget behöver 70 mnkr 2021–2024. Därefter behöver Rymdstyrelsens anslag förbli 25 mnkr högre än i dag.

En kärnverksamhet inom Rymdstyrelsens forskningsprogram är att ge stöd till svenska forskare som deltar i alla faser av internationella rymdprojekt, till exempel utveckling av vetenskapliga instrument för satelliter eller rymdsonder. Detta bidrar till målet i den svenska nationella rymdstrategin och Rymdstyrelsens instruktion att främja och stödja rymdforskning på högsta internationella nivå. Den vetenskapliga kvaliteten på resultaten från sådana projekt är mycket hög och projekten är mycket viktiga för forskargruppernas internationella genomslag. Gruppernas erfarenheter av instrumentutveckling och deras internationella nätverk är helt avgörande för att ge dem centrala roller i nya instrumentprojekt. Rymdstyrelsens finansiering är i sin tur nödvändig för gruppernas möjligheter att kunna medverka i instrumentprojekt och myndigheten är också en mycket viktig finansiär av forskning baserad på data från instrumenten.

Kraven på och kostnaderna för vetenskapliga instrument ökar alltmer och ligger på gränsen av vad Rymdstyrelsen kan klara av med nuvarande finansiering. I dag ligger kostnaden på cirka 30 miljoner kronor per år totalt (en sänkning med 5 miljoner kr sedan 2015) och med en bibehållen finansieringsnivå kan myndigheten inte fortsätta med ambitionen att låta svenska forskargrupper kunna ta huvudansvaret för instrument på internationella prestigeprojekt. Kostnaderna är alltför stora eftersom svenska forskare varit framgångsrika att konkurrera om flygtillfällen internationellt. Sedan 2016 har Rymdstyrelsen dock inte kunnat godkänna finansiering till nya projekt där svenska forskare leder utvecklingen av vetenskapliga instrument då de förslag som kommit in varit för dyra för budgeten. Medlen har behövts för att täcka redan ingångna åtaganden.



Behovet av resurser för den här typen av instrumentprojekt ökar samtidigt som antalet högt kvalificerade förslag om medverkan i internationella projekt från svenska forskare också ökar.

Svenska forskare besitter unik kunskap och erfarenhet som bidrar till goda forskningsresultat från stora internationella projekt. Under de senaste tre decennierna har svenska forskargrupper erhållit stöd från Rymdstyrelsen för att delta i ett tjugotal internationella rymdforskningsprojekt. Som exempel kan nämnas rymdsonden Rosetta där de svenska framgångarna bygger på åtaganden som gjordes för tjugo år sedan. De åtaganden Rymdstyrelsen gör i instrumentutveckling nu ligger till grund för framtidens forskning. Ett exempel på detta är ett åtagande gentemot ESA där forskare vid IRF har huvudansvaret för två forskningsinstrument till rymdsonden Juice som om femton år ska genomföra en vetenskaplig kartläggning av fenomen bland Jupiters månar.

Ökat deltagande i relevanta ESA-program

Rymdstyrelsen föreslår

- En förstärkning av det svenska bidraget till ESA:s frivilliga program för att skapa möjligheter för svenska aktörer inom samhällsviktiga projekt och högteknologisk utforskning.

Ekonomiska konsekvenser: Förslaget behöver 200 mnkr 2021–2024.
Därefter behöver Rymdstyrelsens anslag förbli 60 mnkr högre än i dag.

Sveriges medverkan i ESA:s frivilliga program utgör en viktig del av utvecklingen av vår rymdförmåga på strategiska områden och marknader. I rymdverksamhetens stora förändring uppstår ständigt nya rymdtillämpningar vars betydelse och samhällsnytta medför stort intresse från svenska rymdaktörer men som inte kan prioriteras på grund av resursbrist. Eftersom ESA:s program ofta utgör utvecklingsdelen av senare operationella system som betalas av till exempel EU:s rymdprogram, är det också stora affärsmöjligheter för svenska företag som kvävs i sin linda om deltagandet i dessa program är otillräckligt.

Vid ESA:s ministerrådsmöte 2019 väntas omfattningen av ESA:s obligatoriska program öka betydligt, vilket för Sveriges del innebär en stegvis upptrappning av bidraget med totalt omkring 50 miljoner kronor för perioden 2020–2022, för att landa på en nivå omkring 30 miljoner kronor högre än i dag. De obligatoriska programmen finansierar ESA:s vetenskapsprogram, den europeiska rymdhamnen i Kourou och ESA:s gemensamma grundläggande aktiviteter. Den obligatoriska ökningen minskar Sveriges möjligheter att delta i de frivilliga programmen i motsvarande grad.

Ett ökat deltagande i ESA:s jordobservationsprogram och säkerhetsrelaterade program skulle förbättra Sveriges möjligheter att både ta tillvara egna intressen och lägga grunden för ett ökat internationellt inflytande. Härvidlag får Sverige ett ökat inflytande över vilken infrastruktur som skall utvecklas men också möjlighet att utveckla processer och metoder för utnyttjande av de stora mängder data som



de rymdbaserade systemen bidrar med. Samhällsnyttan förtydligas samtidigt som Rymdstyrelsens roll i samverkan med andra myndigheter stärks.

I dag medför Rymdstyrelsens begränsade möjligheter att delta i Copernicus och ESA:s övriga jordobservationsprogram och Rymdsäkerhetsprogrammet att Sverige och svenska aktörer tvingas tacka nej till flera möjligheter att medverka i projekt av mycket stor betydelse för vår möjlighet att möta klimatutmaningen, övervaka rymdväder och solstormar, hantera rymdskrot eller förbereda oss för att skydda jorden från asteroider på kollisionskurs.

Även rymdens utforskning är ett av de områden som ökar snabbt inom ESA och hos de stora internationella aktörerna som den amerikanska rymdstyrelsen Nasa. Utforskningen idag har fokus på månen och Mars, med återbesök, utveckling av nya farkoster för astronautfärder samt att ta hem prover från Mars. Rymdbasen Esrange kan användas för tester av motorer till nya farkoster. Esrange är även en utmärkt plats för falltester av bland annat fallskärmssystem för mån- eller Marslandare. Projekt till månen och Mars är dessutom en stor inspirationskälla för allmänheten och unga och bidrar till att fler söker till utbildningar inom naturvetenskap och teknik.

Nationellt rymddatalabb

Rymdstyrelsen föreslår:

- Att säkra den långsiktiga driften av det nationella rymddatalabbet.

Ekonomiska konsekvenser: Förslaget behöver 60 mnkr 2021–2024.

Rymdstyrelsen har tillsammans med Lindeholmen Science Park (LSP), Research Institutes of Sweden (Rise) och Luleå tekniska universitet (LTU) initierat och startat arbetet med Nationellt rymddatalabb, en satsning finansierad av Vinnova, SMHI och Rymdstyrelsen. Syftet med Rymddatalabbet är att underlätta analys av jordobservationsdata med en datakub enligt australiensisk modell, Open Data Cube (ODC), och underlätta analys av annan rymddata i en datacentersmiljö med tillgång till AI-resurser och rätt kompetens.

Det nationella rymddatalabbet ska vara en resurs för universitet och högskolor som kan användas i forskningsprojekt eller i undervisningen, för tjänsteleverantörer som utvecklar tjänster baserade på rymddata, för rymdindustrins analyser för optimering av rymdfarkoster och satellitkonstellationer, samt för svenska myndigheter som vill utnyttja möjligheterna med daglig uppdatering av jordobservationsdata. Rymddatalabbet kommer utgöra en del av infrastrukturen som skapar förutsättningar för högkvalitativ forskning, en konkurrenskraftig industri och tjänstesektor samt en effektiv statsförvaltning.

Det finns ett stort antal forskningsområden som har beröring med rymddata och som kan utnyttja rymddatalabbet och möjligheterna till effektiv dataanalys i en datacentermiljö. Några exempel är miljöövervakning, klimatforskning, kommunikation, samhällsbyggnad och smarta städer, samt artificiell intelligens.



Det nationella rymddatalabbet är ett led i att öka barn och ungas intresse för teknik och naturvetenskap och att på sikt få fler ungdomar att söka utbildningar inom dessa områden. Ett samarbete ska påbörjas mellan Institutionen för Naturgeografi samt Institutionen för Datavetenskap vid Lunds universitet och Föreningen Svenska Science Centers. Syftet är att knyta ihop FN:s globala mål för hållbar utveckling, ett entreprenörmässigt förhållningssätt och utveckling av programmeringskunskaper. Elever i högstadiet- och gymnasieskolan får lära sig att använda riktiga jordobservationsdata, göra stora datamängder lättillgängliga och genomföra egna analyser av visualiserade miljödata. Projektet stöds även av Skolverket.

Det är viktigt att säkra det nationella rymddatalabbets finansiering för att främja svensk vetenskaplig excellens, konkurrenskraftig industri- och tjänstesektor, effektiv digital statsförvaltning samt öka intresset för teknik och naturvetenskap bland barn och unga. Rymdstyrelsen bedömer att driftansvaret på sikt bör läggas på Digitaliseringsmyndigheten.



Appendix 1: Bakgrundsanalys och Rymdstyrelsens verksamhet

Omvärldsanalys och långsiktiga forskningsbehov inom rymdområdet

Rymdverksamheten berör många samhälls- och politikområden och data framtagen eller förmedlad med hjälp av rymdinfrastruktur integreras i snabb takt med digitaliseringen i allt fler samhällsbärande funktioner. Samtidigt genomgår rymdsektorn en förändring i ett högt tempo mot ökade möjligheter till kommersialisering och ännu större fokus på verksamhetskritisk information. Detta medför komplexa frågeställningar för offentlig sektor att förhålla sig till. Samverkan och samråd om rymdfrågor bland statliga myndigheter och mellan olika departement, behöver därför breddas och samtidigt fördjupas. I takt med att rymdverksamhet blir viktig för flera myndigheter krävs det ökad kompetens och resursprioritering för att de ska kunna bevaka sina intressen.

Rymdinfrastruktur och data är i dag en underutnyttjad resurs i många myndigheters- och organisationers arbete. De verktyg och dataresurser som svensk rymdverksamhet har att erbjuda kan möjliggöra fördjupade analyser och uppföljningar inom olika politikområden, förbättrade beslutsunderlag, effektiviseringsåtgärder och transparens i planeringsprocesser. Att tillgodogöra sig dessa resurser bör vara en strategisk prioritering för departement och myndigheter.

Europa gör stora satsningar på rymdverksamhet i samarbete mellan staterna, dels genom EU:s rymdprogram och dels inom ESA. EU etablerar ett nytt sammanhållet rymdprogram genom förslaget till en ny rymdförordning, där kärnan utgörs av EU:s stora flaggskeppsprogram Copernicus och Galileo. Dessa är värdefulla och nödvändiga verktyg i arbetet med FN:s globala hållbarhetsmål. Av särskild stor relevans är rymdsystemen för vår förståelse av klimatet och klimatförändringarna, hur samhället påverkas och hur vi kan anpassa samhället till klimatförändringarna.

Rymdsystem är enda möjligheten att utföra mätningar av tillståndet över hela världen med snabb uppdatering. Inom säkerhet erbjuder rymdsystem transparens i vad som sker i vår omvärld, till exempel för katastrofhantering eller övervaka säkerhetspolitiska skeenden och konflikthärdar. Den nya kommersiella satellittekniken erbjuder också en möjlighet att överbrygga den digitala klyftan i världen, genom att tillhandahålla internet globalt.

Jordobservationsprogrammet Copernicus erbjuder oöverträffade mängder data om det aktuella tillståndet för vår jord, som tillsammans med en rad olika tjänster kan användas i mycket varierande sammanhang. Några exempel är: katastrofhjälp, säkerhet, jord- och skogsbruk, sjötransport samt luft- och vattenkvalitetsmätning.



Sverige förfogar över värdefull kunskap och skicklighet inom rymdverksamhet i form av utmärkta rymdforskare och rymdföretag med spetskompetens. Rymdverksamheten handlar i dag i allt större grad också om att använda resultaten från rymdverksamheten tillsammans med annan data till tjänster och produkter i flera led. Att utveckla och använda sådana tjänster blir allt viktigare i samhällets alla sektorer. Därför är det viktigt att vitt skilda delar av samhället är medvetna om vad rymdverksamheten kan erbjuda och vilken nytta den kan göra.

Sverige har goda möjligheter att spela en framträdande roll på den förändrade spelplan som ritas upp. Då kan rymd inte fortsatt behandlas som ett isolerat politikområde eller begränsas till att behandlas som ett särintresse med relevans för enbart ett fåtal organisationer inom rymdsektorn. I dag görs stora satsningar på rymdverksamhet för ökad samhällsnytta och tillväxt genom ESA:s program, EU:s rymdprogram, Europeiska försvarsfonden (där Sverige redan deltar med finansiering) och inom Horisont 2020. Europa är Sveriges huvudarena, men övriga världen är också av stort intresse. Där finns stora möjligheter till bilaterala samarbeten med internationella parter som också satsar stort i egna rymdprogram, till exempel USA, Indien och Kina.

Ett hållbart nyttjande av rymden, samt rymdens betydelse som global allmänning, har betonats under senare år. Detta på grund av att trycket på ändliga resurser, som omloppsbanor och frekvenser, växer samtidigt som värdet på de tillgångar för samhället som rymdverksamheten tillhandahåller ökar. Därtill karaktäriseras rymdverksamhet av potentialen att tillämpas för både civila och militära syften ("dual use"). Detta medför komplexa målkonflikter i internationella samarbeten och gör rymden till en potentiell arena för internationella konflikter. De säkerhetspolitiska aspekterna och målet att ha ett hållbart nyttjande av rymden ställer nya krav på framväxten av internationella riktlinjer och regelverk, nationell expertis och samverkan samt nationella regelverk som lever upp till internationella överenskommelser.

I dag finns det en uppdelning av rymdrelaterad forskning i två generella delar: rymdforskning som omfattar forskning om och från rymden (inklusive jordobservation) och rymdteknisk forskning som omfattar utvecklingen av ny teknik, nya material eller metoder för användning i rymden eller för tillträdet till rymden. Det finns ett behov av ett samlat och inkluderande grepp eftersom det sker en breddning, där data från rymdsystem används som en oundgänglig del för att svara på frågeställningar från allt fler discipliner, samtidigt som rymdverksamheten själv har direkta behov av forskning inom nya fält som artificiell intelligens och additiv tillverkning för att nämna ett par. Dessutom kräver rymdverksamhetens utveckling nya undersökningar inom forskningsfält som statsvetenskap, freds- och konfliktforskning och juridik.



Rymdstyrelsens målbild för rymdverksamheten 2029

Om tio år karakteriseras den svenska rymdverksamheten av följande punkter:

- Rymdverksamheten är en samhällskritisk och strategisk förmåga.
- Svensk rymdverksamhet bidrar till samhällsnytta, god tillväxt och att klara av hållbarhetsmålen.
- Svensk rymdverksamhet vilar till betydande del på kommersiell grund.
- Svensk rymdforskning står sig väl i internationell konkurrens.
- Rymdverksamheten är en integrerad del av EU-samarbetet.
- Samarbeten med nya rymdnationer kompletterar samarbete genom ESA eller andra etablerade rymdnationer.
- Sverige bidrar med både förmåga och expertis till det internationella rymdsäkerhetsarbetet.
- Rymdverksamheten är en inspiration för unga att välja en karriär inom teknik, naturvetenskap och forskning, oberoende av kön eller bakgrund.

Rymdverksamheten utvecklas och förändras snabbt både nationellt, i Europa och i övriga världen. Om tio år, 2029, har rymdverksamheten stort genomslag i samhället och Sverige har en stor roll att spela som rymdnation. Sveriges målsättningar uttrycks i den nationella rymdstrategin, som samverkar med andra relevanta nationella strategier för forskning, innovation, klimat och digitalisering.

Rymdverksamheten är och förblir en samhällskritisk och strategisk förmåga. Dess betydelse för säkerhet och samhällsbyggnad kommer att växa ytterligare. På grund av samhällets stora behov av rymdsystem och rymdbaserade tjänster kommer en statligt finansierad rymdverksamhet och internationella samarbeten mellan statliga aktörer att fortsätta vara nödvändigt. Till 2029 bedömer Rymdstyrelsen att rymdverksamheten utvecklats med en växande andel på den kommersiella marknaden som växlar upp de samhällsviktiga statliga investeringarna. Den kommersiella och den institutionella rymdverksamheten (både civil och militär) föder varandra och leder till allt större samhällsnyttiga funktioner och tillväxt.

Svensk rymdverksamhet bidrar tydligt och kommunicerbart till samhällsnytta, god tillväxt och till att nå FN:s globala hållbarhetsmål, både nationellt och internationellt. Svenska myndigheter, organisationer och kommersiella aktörer använder i hög grad rymddata och rymdtjänster som en naturlig del i sin dagliga verksamhet. Rymddata är en naturlig del av svensk geodata- och miljöinformationsförsörjning. Svenska forskare, innovatörer och entreprenörer ser rymdens infrastruktur och dataströmmar från denna som en värdeskapande och lättillgänglig resurs i sin verksamhet.

Svensk rymdverksamhet vilar till betydande del på kommersiell grund. Med utvecklingen av "New Space", som till stor del bygger på utnyttjandet av både små raketar och små satelliter med standardiserade och massproducerade komponenter, kan rymdverksamheten kommersialiseras och växa. En



kommersiell rymdverksamhet med efterfrågade tjänster leder till ökad konkurrenskraft och större samhällsnytta. En ny svensk rymdlagstiftning klargör reglerna för rymdverksamhet och vilka krav som ställs på verksamheter som bedrivs, vilket i sin tur erbjuder en förutsägbar spelplan som attraherar privata investeringar och möjliggör ett hållbart nyttjande av rymden.

Svensk rymdforskning står sig väl i internationell konkurrens. Svenska forskare leder forskningsprojekt med instrumentbidrag till stora internationella rymdprojekt. Esrange är en fortsatt modern forskningsinfrastruktur med förmåga att sända upp höghöjdsballonger, sondraketer men även småsatelliter. Sverige får god utväxling på rymdsatsningarna genom ESA, EU och andra internationella samarbeten. På strategiska grunder deltar vi i europeiska partnerskapsprogram där rymdverksamheten har en roll att fylla. Sverige deltar också i andra rymdprogram som möjliggörs inom EU:s rymdprogram eller inom ESA. Det finns ett utvecklat nordiskt samarbete med fokus på frågor av gemensamt intresse i europeiska och internationella forum.

Rymdverksamheten är en integrerad och etablerad del av EU-samarbetet och omfattar framför allt flaggskeppsprogrammen Copernicus och Galileo samt rymddelen av Horisont Europa, såväl som nya satsningar inom rymdlägesbild, säkra kommunikationer och synergier med projekt inom Europeiska försvarsfonden. ESA fokuserar på stora infrastrukturprojekt i rymden och tillträde till rymden och stärker sin verksamhet inom samhällsviktig utveckling som till exempel utforskning, jordobservation, rymdtransportering och rymdsäkerhet (till exempel rymdlägesbild, rymdskrotshantering och rymdväder) – allt för att tillgodose samhällets behov av rymdinfrastruktur och data utan att störa den kommersiella marknaden. Sverige eftersträvar ett högt deltagande på strategisk viktiga områden, både inom ESA och EU.

Samarbeten med nya rymdaktörer är ett naturligt komplement till samarbetena inom ESA eller med redan etablerade rymdnationer. Sverige ska vara en stark rymdnation och attraktiv samarbetspartner på den internationella arenan. Antalet högpresterande rymdnationer växer. Kina och Indien har till exempel redan i dag visat på en avancerad förmåga och ett ökande intresse för internationella samarbeten. Det ger nya möjligheter till samarbeten inom forskning, dataexploatering och infrastruktursamarbeten.

Nya samarbeten ställer samtidigt höga krav på svenska aktörers förmåga att förstå och hantera frågor om utrikes-, säkerhets- och försvarspolitiska intressen och målkonflikter som finns för verksamhet i rymden. Det ökande nyttjandet av rymden och allt fler kommersiella aktörer leder till ökade internationella och nationella insatser för att reglera rymdfarten och minimera riskerna för att rymden blir en konflikthärd. Sverige bidrar med både förmåga och expertis till det internationella rymdsäkerhetsarbetet inom FN, EU, ESA och andra relevanta internationella forum.

Rymdverksamheten är en inspiration för unga att välja en karriär inom teknik, naturvetenskap och forskning, oberoende av kön eller bakgrund. Sverige utbildar nya rymdintresserade ingenjörer, entreprenörer, forskare och tjänstemän för att tillgodose samhällets och marknadens behov. Svenska rymdstudenter deltar i



internationella utbyten och avancerade studentprojekt för att nå högsta kompetens och kvalitet. Rymdverksamhetens aktörer samarbetar med skolor, lärosäten och lärarutbildningar för att höja kvaliteten på utbildningarna och attrahera och inspirera deltagarna.

Strategi för svensk rymdverksamhet

Regeringen överlämnade i maj 2018 skrivelsen "En strategi för svensk rymdverksamhet" (Skr. 2017/18:258) till riksdagen. Riksdagen biföll den nationella strategin i november 2018.

Den nationella strategin fastslår att rymdverksamhet bör bedrivas utifrån ett helhetsperspektiv där nyttan för samhället står i centrum samtidigt som Sveriges säkerhet säkerställs. Sverige behöver en stark rymdindustri och rymdforskning av hög kvalitet för att fortsätta vara en stark rymdnation. Strategin efterfrågar ökad samverkan mellan forskningsfinansiärerna. Det svenska deltagandet i internationella samarbeten bör vara förutsägbart på lång sikt och resultat från ESA:s och EU:s rymdprogram bör i högre utsträckning göras tillgängliga för svenska användare. Svensk rymdverksamhet bör bedrivas på ett långsiktigt hållbart sätt och rymden bör hållas fri från konflikter. Rymdverksamhetens möjligheter att bidra till arbetet med Agenda 2030 och de globala målen bör främjas. Synergier mellan civil och militär rymdverksamhet bör utnyttjas och försvars- och säkerhetsaspekter måste beaktas. Jämställdheten inom svensk rymdverksamhet ska stärkas. Intresset för utbildningar inom naturvetenskap och teknik bör stimuleras.

Rymdstyrelsen strävar efter att uppfylla den nationella strategins högt ställda mål för Sveriges rymdverksamhet. Utgångspunkten är att anpassa Rymdstyrelsen och dess verksamhet till en omvärld i stark förändring – ökad kommersialisering av rymden, samhällets ökade beroende av rymdverksamhet, rymdsystemens stora möjligheter att bidra till att möta FN:s hållbarhetsmål och Agenda 2030, samhällets och andra aktörers växande behov av råd i rymdfrågor och rymdens allt större vikt i säkerhetspolitiska sammanhang.

En satsning på rymden är ytterst en satsning på jorden. Rymdverksamheten bidrar till att skapa hållbar utveckling, hushållning med naturresurser och hantering av naturkatastrofer samt främjar fredliga samhällen. Rymdverksamheten övervakar klimatförändringar och följer upp miljööverenskommelser (FN:s hållbarhetsmål 3, 6, 13, 14 och 15), bidrar till fredliga och inkluderande samhällen i globalt partnerskap (mål 16 och 17), utvecklar hållbara samhällen, industri, innovationer och infrastruktur (mål 8, 9 och 11), och ska främja god utbildning för alla och jämställdhet (mål 4, 5, 9 och 17).

Rymdstyrelsen formulerar tre långsiktiga strategiska mål för att bidra till att uppfylla den nationella rymdstrategin:

- Rymdstyrelsen ska vara en sammanhållande expertmyndighet för svensk rymdverksamhet.
- Rymdstyrelsen ska säkerställa tillgången på säker, pålitlig och för Sverige relevant rymdinfrastruktur.



- Rymdstyrelsen ska stärka svenska aktörers konkurrenskraft för hållbar tillväxt och effektiviseringar.

Sammanfattningsvis innebär den nationella rymdstrategin en ambitionshöjning för svensk rymdverksamhet i god takt med tiden och omvärlden. I den här skrivelsen presenteras konkreta förslag för att på sikt uppfylla den nationella strategin. Med dessa satsningar är Sverige till 2024 väl rustat att upprätthålla sin roll som ledande kunskapsnation inom rymdområdet och motsvarar de förväntningar som ställs av andra länder som samarbetspartner, med värdefulla nationella resurser i en föränderlig omvärld.

Rymdforskning som bidrar till Sverige som ledande kunskapsnation

Svensk rymdforskning har en stor vetenskaplig bredd som inkluderar studier av jorden från ovan, mätningar på skilda nivåer i jordens atmosfär, experiment som utnyttjar tyngdlösa förhållanden, utforskning av jordens magnetosfär och vårt solsystem samt astronomiska observationer med rymdteleskop.

Svensk rymdfysik står mycket stark internationellt sett. Svenska forskare och ingenjörer har en framskjuten position som konstruktörer av instrument för mätning av plasmaegenskaper och energirika partiklar i rymden. Deras verksamhet omfattar utforskning av plasman och partiklar kring främmande planeter, månar och kometer och kring jorden. De svenska forskarna kan från en styrkeposition vara med och föreslå nya europeiska rymdprojekt, främst inom ESA:s vetenskapsprogram, men även till rymdprojekt i andra länders regi. Förutom en stark grundforskning har forskningen också bäring på faror kring rymdväder och sårbarheten hos vår infrastruktur i rymden och på jorden (till exempel elektriska kraftnät).

De svenska nationella satellitprojekten har utvecklat svensk spetskompetens inom exempelvis mikrovågsteknik, både bland akademiska forskare och i näringslivet. Den svenskledda satelliten Odin har varit i bana i nitton år och fortsätter bidra med viktiga data om atmosfären. Dessa kunskaper kommer nu till god nytta i framtida vädersatelliter inom Eumetsat, för att mäta luftfuktighet, is och moln.

Rymddata från jordobservationssatelliter används av forskare inom ett stort antal discipliner, från atmosfärforskning och meteorologi till stadsplanering. Infrastruktur och långtidsarkiv för jordobservationsdata är av stor betydelse för både forskare och användare av rymdtjänster. Rymddata möjliggör forskning med betydligt längre tidserier och en större geografisk täckning än vad fältstudier tillåter. I Sverige finns det av naturliga skäl ett fokus på skogsbruk, Östersjön och snö- och isförhållanden men även atmosfären, det vill säga områden med stor betydelse för klimatet, Sveriges närområde och viktiga svenska näringar. Det finns stor potential att öka samhällets nytta av både forskningsresultat och data från rymden.

Svensk rymdmedicin har lång erfarenhet av att utnyttja tyngdlös miljö för studier inom fysiologi. Idag är denna forskning koncentrerad på lungornas och ögonens



funktion, med bäring på både framtida rymdfart, men även på kliniska tillämpningar kring astma. Svensk materialforskning utnyttjar tyngdlös miljö för experiment med närliggande industriella tillämpningar.

Svenska astronomer har en tradition av mätningar med IR- och mikrovågsteknik. På senare år har en breddning skett mot högenergetisk strålning, till exempel genom deltagande i det amerikanska projektet Fermi. En serie ballongprojekt från Esrange har möjliggjort utveckling av instrumentering för mätning av gammastrålning. Svenska forskare har också utvecklat system för bearbetning av mätningar av miljarder stjärnor i vår egen galax, Vintergatan. Mätningarna revolutionerar bilden av galaxens utveckling och dynamik. ESA satsar dessutom kraftfullt på forskning om planeter i främmande solsystem. Svenska forskare deltar på goda positioner inom detta heta och konkurrensutsatta fält.

Sveriges unika geografiska läge och rymdbasen Esrange Space Center möjliggör högkvalitativ forskning, utbildningsaktiviteter och tekniktester med hjälp av ballonger och raketer. Forskningen omfattar många olika fält som klimat- och atmosfärforskning, astrofysik, norrskensforskning, men även mer tillämpad materialforskning i syfte att ta fram nya och innovativa material för industrins behov. Ett nytt område för användningen av ballonger är som lyftverktyg för avancerade falltester av fallskärmar på marslandare inom ESA:s utforskningsprogram.

Jämfört med satelliter innebär ballong- och raketprojekten kortare tid från projekttid till utförande. Det gör dem särskilt attraktiva för yngre forskare och studenter. Ballong- och raketforskningen bedrivs inom nationell regi men också inom ESA:s och EU:s program och engagerar forskare och studenter från många olika länder. Ett lyckat raket- och ballongprogram är svensk-tyska studentprogrammet Rexus/Bexus där över 1200 europeiska och svenska studenter har deltagit sedan programmets start. Deltagandet har lett till värdefulla erfarenheter och många av studenterna har fortsatt sin karriär inom rymdområdet på svenska och internationella rymdföretag, universitet och rymdmyndigheter.

Det nationella ballong- och raketprogrammet har resulterat i flera framgångsrika projekt och publikationer i välrenommerade vetenskapliga tidskrifter. Projekten har också lett till nya samarbeten inom och utanför Europa och att svenska forskare blir attraktiva partners inom nya internationella rymdprojekt.

Samhällets utveckling, lösningar på samhällsutmaningar och näringslivets konkurrenskraft

Samhällets utmaningar adresseras av FN:s 17 globala hållbarhetsmål. Rymdforskning hjälper till att nå dessa på ett flertal olika sätt. Utveckling av avancerad rymdteknik möjliggör den infrastruktur i rymden som behövs för att skapa bättre kommunikation, precis positionering och jordobservationsdata som ger ökad kunskap om både land-, hav- och atmosfärsystemen. Data från rymden utgör en strategisk resurs för forskning om planetens tillstånd, särskilt klimatet, klimatförändringar och hur samhället påverkas och kan anpassas till planetens förutsättningar. Utöver det kan rymdteknik med sitt fokus på låg vikt, begränsade



krav på energiförsörjning och allmän resurseffektivitet ge redskap för att minska miljöpåverkan från mänsklig aktivitet. Rymdrelaterad forskning är alltså betydelsefull även för människans beroende och nyttjande av jorden som livsmiljö.

Ett sådant exempel är forskning kring vätskekyllning av rymdkomponenter med ett system som saknar rörliga delar, vilket tar bort vibrationer och ökar komponentens livslängd. Systemet är miniatyriserat, vilket gör det lämpligt för kylning av elektronikkomponenter. Systemet kan användas i så skilda tillämpningar som att reglera temperaturen på biologiskt avfall på återvinningsanläggningar till att kyla elektroniken i såväl LED-lampor som batterier till elektriska fordon – tre användningsområden med tydlig koppling till hållbarhetsmålen 7 och 11. Rymdverksamhet har genom de datamängder som tas fram och den teknik som utvecklas koppling till samtliga mål.

Mängden data som samlas in om hur jordens olika system fungerar och samverkar ökar kontinuerligt, liksom förmågan att utnyttja data för att skapa uppdaterade beslutsunderlag. Sverige har framstående forskning inom jordobservationsområdet och en stor användning av rymddata för skogsbruk och markanvändning. Rymdstyrelsen har i samarbete med AI Innovation of Sweden, Rise och Luleå tekniska universitet startat Nationellt rymddatalabb. Syftet med initiativet är att underlätta exploatering och analys av rymddata i allmänhet och att underlätta implementeringen av AI-algoritmer och metoder för analys av rymddata i synnerhet. Med ett nationellt rymddatalabb kommer steget mellan forskning och användning kunna kortas och utvecklings- och forskningsmiljön stimulera till ytterligare framsteg.

Rymdforskning och innovationer från rymdverksamheten ger företag ökad konkurrenskraft som bidrar till ökad tillväxt i samhället, men vägen från forskningsresultat till marknad är ofta lång. Ett bra exempel är miniatyriseringsforskningen som utfördes vid Uppsala universitet i början på 2000-talet, med stöd från Rymdstyrelsen. Nu 15 år senare har tre livskraftiga företag börss noterats från verksamheten.

Ett annat exempel är det gröna motorsystem för små raketmotorer som genom produktnära forskning utvecklades i Sverige i mitten av 90-talet. Sverige ligger fortfarande många år före konkurrenter i till exempel USA och Frankrike inom området. Med de senaste årens växande insikter om miljö och klimat ger detta konkurrensfördelar. Bränslet ersätter det mycket hälsovådliga alternativet hydrazin och ger rena miljövinster och förenklar transport, hantering och tankning.

Forskningsklustret om högfrekvenstillämpningar på Chalmers är en annan forskningsmiljö som lett till flera avknoppningar och vars resultat i dag ligger till grund för konkurrensfördelar även hos större svenskbaserade rymdföretag.

Konkurrenskraften för svenskt skogsbruk har stärkts med säkrad tillgång till jordobservationsdata genom Saccess-programmet. Det har möjliggjorts genom forskning vid svenska universitet som gett ny kunskap om skogen och underlag om trädslag, ålder och volymfördelning. Andra sektorer som dragit nytta av



tillgången på rymddata är jordbruket med traktorer som styr med hjälp av globala positioneringssystem och gödselspridare och såmaskiner som anpassar givorna utifrån rymddata.

Rymdbranschens behov av korta ledtider och lägre kostnader för avancerade komponenter som tillverkas i enstaka exemplar eller mycket små serier, gör att additiv tillverkning, eller "3D-utskrifter" blivit mycket attraktiv. Svensk forskning har gjort Sverige framstående inom området och gör att svensk tillverkningsindustri för rymdändamål kan dra stor nytta av tekniken med ökad konkurrenskraft som följd.

Rymdstyrelsens verksamhet som forskningsfinansiär

Öppna utlysningar och riktade satsningar

Rymdstyrelsen har till uppgift att finansiera och initiera forskning och utveckling inom rymdområdet och att profilera Sverige som en kompetent och konkurrenskraftig partner i det europeiska och det övriga internationella rymdsamarbetet. Myndigheten finansierar därför svenskt deltagande i olika internationella projekt och fördelar också forsknings- och utvecklingsmedel nationellt. Verksamheten utnyttjar på ett effektivt sätt samverkan genom hela kedjan från idé över utveckling, demonstration och till användning. Rymdstyrelsen behöver ofta göra långa åtaganden, inte sällan på 10–20 år. Eftersom Rymdstyrelsen bär ansvar för både internationella-, industriella- och forskningsfrågor har myndigheten både överblick och god inblick i de projekt som pågår och de möjligheter de erbjuder.

För rymdforskning fungerar Rymdstyrelsen som ett forskningsråd. Myndigheten genomför en årlig öppen utlysning där de inkomna ansökningarna granskas av ledamöter i Rymdstyrelsens vetenskapligt rådgivande kommitté och av oberoende externa experter. Programmet byggs upp från forskarnas förslag efter genomförd utvärdering och inom programmets budgetram.

Svensk rymdforskning är än så länge starkt dominerad av män. Av de huvudsökande i Rymdstyrelsens öppna utlysningar är omkring 20% kvinnor. Vi ser inga tecken på att de kvinnor som söker medel missgynnas i utvärdering och tilldelning av medel, men Rymdstyrelsen bedömer att en starkt bidragande orsak till snedfördelningen är otrygga anställningsförhållanden under den tidiga forskarkarriären. Därför utlyser Rymdstyrelsen också bidrag för unga forskare och postdoktorer.

Sedan 2007 samordnar Rymdstyrelsen Nationellt rymdtekniskt forskningsprogram (NRFP) för att stärka forskningssamverkan på det rymdtekniska området mellan näringsliv och forskningsinstitutioner. Forskningsprojekten ska bidra till industrins kunskapsutveckling och konkurrenskraft och leda till ett effektivare nyttiggörande av forskningsresultat och ett fördjupat samspel mellan olika forskningsinstitutioner i Sverige.



NRFP har resulterat i flera framgångsrika projekt och många viktiga samarbeten mellan industri och akademi. NRFP har också finansierat flera doktorander. En genomlysning av programmet gjordes på ett tidigt stadium (2009) och då var det svårt att påvisa tydliga effekter för deltagande organisationer. Programmet ansågs ha ytterst goda utsikter att bidra till att uppfylla programmålen och mycket var redan uppnått. Rymdstyrelsen överväger att vidga programmet för fler deltagande företag och forskningsinstitutioner och för projekt inom dataexploatering.

Forskningssatelliten Mats finansieras av Rymdstyrelsen som ett pilotprojekt för att demonstrera regelbundna, kostnadseffektiva möjligheter för forskare att sända upp egna instrument med en ny satellit ungefär vart tredje år. Övergripande mål är att bedriva kvalificerad vetenskaplig forskning till relativt låg kostnad.

Mats är den första svenska forskningssatelliten på nitton år. Den är baserad på en ny satellitplattform, Innosat, som är utvecklad av svensk rymdindustri. Instrumentet byggs av ett konsortium av svenska universitet och företag. Den ska studera vågor i atmosfären genom att, i olika våglängder och från olika håll, observera ljussken i atmosfären och i nattlysande moln. Vågorna påverkar både lokala och globala klimatmönster.

Inför urvalet av en ny satellit ombeds forskare att inkomma med förslag på vilken forskning de vill göra samt ett instrument som uppnår detta. Därefter görs en samlad bedömning och en av förslagen väljs ut för att byggas och sändas upp. Det andra projektet i programmet blir vindforskningssatelliten Siw som börjar byggas 2020.

Genom satsningar på att bygga upp nationell vetenskaplig kompetens och utveckling av teknik för instrument, delsystem och hela satelliter positionerar sig Sverige som en kompetent och attraktiv internationell samarbetspartner. Den långsiktiga svenska strategin med att bygga egen kompetens och erfarenhet är en förutsättning för att svenska företag och forskare ska få medverka i stora projekt. Förutom forskningsmålen bidrar satellitprogrammet också till att stärka konkurrenskraften hos svensk rymdindustri.

EU:s ramprogram, missions och partnerskapsprogram

Genom EU:s ramprogram Horisont 2020 har rymdforskning och rymdteknisk forskning fått en större roll inom EU:s forskningsprogram. Efter en blygsam start under sjätte ramprogrammet satsas nu betydande medel genom H2020 Rymd, en satsning som ytterligare intensifieras i fortsättningen Horisont Europa. I EU:s Rymdförordning föreslås en samordning och utökning av de europeiska flaggskeppsprogrammen under en ny europeisk rymdmyndighet. De växande EU-programmen blir allt viktigare för svensk rymdverksamhet.

Svenska aktörer har haft svårt att hävda sig i den stora konkurrensen om projekt i Horisont 2020 Rymd. Det krävs stora samverkans- och påverkansinsatser för att underlätta svenskt deltagande i de europeiska forsknings- och utvecklingsprojekten. Ramprogrammen utgör en viktig språngbräda för framtida



medverkan i operationella rymdprojekt, både inom EU:s samarbeten med ESA och i EU:s egna flaggskeppsprojekt.

Genom forskningsfinansiärernas EU-samordningsfunktion (EU-SAM) lyfter nyttan med rymden ytterligare. EU:s program påverkar och samverkar med nationella program. En effektiv samordning mellan forskningsfinansiärerna är därför viktig för att effektivt kunna påverka EU-programmens inriktning och att säkerställa Sveriges deltagande inom strategiskt viktiga områden. Funktionen samordnar det strategiska arbetet inom det europeiska forskningsområdet (ERA, European Research Area) samt underlättar prioritering och bidrar med finansiering av deltagandet i europeiska partnerskapsprogram.

Samarbete inom forskning, utveckling och innovation blir allt viktigare för att säkra framtida konkurrenskraft och välfärd i Sverige och Europa. Partnerskapsprogrammen utvecklas inför Horisont Europa till att bli mer mål- eller visionsstyrda, att kunna visa på bedrifter snarare än aktiviteter. Rymdstyrelsen har ännu inte deltagit i något av EU:s partnerskapsprogram.

Inom EU:s nästa ramprogram Horisont Europa kommer forskning och utveckling också att fokusera på stora uppdrag (missions), som samordnas av tematiska uppdragsstyrelser. Uppdragen ska lösa stora och ämnesövergripande utmaningar inom områdena: anpassning till klimatförändring inklusive samhällsförändringar, cancer, friska oceaner, hav, kust- och inlandsvatten, klimatneutrala och smarta städer samt jordhälsa och mat. Rymdstyrelsen bedömer att rymddata kan utnyttjas för att nå uppdragens mål inom flera av områdena.

Under senare hälften av 2010-talet etablerade EU ett stödjande ramverk för rymdövervakning, som gav upphov till ett konsortium av medlemsstater för att leverera rymdövervakningstjänster, det så kallade SST-konsortiet. Konsortiet startade med fem medlemmar och utökades under 2018 med ytterligare några till. Rymdstyrelsen bedömde efter en utredning att Sverige ännu inte förfogade över en tillräcklig nationell förmåga inom rymdövervakning för att kunna ansöka om medlemskap. Rymdstyrelsen föreslog i stället att en sådan förmåga etableras på sikt, i enlighet med den nationella rymdstrategin och i samverkan med relevanta statliga aktörer.

I EU:s rymdförordning pekas rymdlägesbild, inklusive rymdövervakning ut som ett nytt program för att förstärka den europeiska förmågan på området och eventuellt driftsätta system för att tillhandahålla samhällsviktiga tjänster för europeiska aktörer. Budgeten för initiativet är jämförelsevis liten.

ESA:s program

Genom det svenska deltagandet i det Europeiska rymdorganet ESA, kan svenska forskare delta i stora rymdprojekt och få ta del av data som annars skulle vara omöjligt på nationell nivå med tanke på de höga ambitionerna och kostnaderna förknippade med forskning i och från rymden. Som medlem bidrar Sverige till



ESA:s obligatoriska program (vetenskapsprogrammet och grundprogrammet) motsvarande vår andel av medlemsländernas BNP, i dag 2,71 %. Därutöver erbjuder ESA medlemsländerna att delta i frivilliga program, många med direkt koppling till forskning, t.ex. jordobservation, bemannad rymdfart, rymdens utforskning och sondraketer för tyngdlöshetsforskning. Andra mer tillämpningsnära program är navigeringsprogrammet, telekommunikationsprogrammet, programmet för rymdlägesbild och bäraraketprogrammet som ger Europa ett oberoende tillträde till rymden (förmåga att placera alla sorts satelliter i bana runt jorden eller skicka sonder mot solsystemets övriga planeter i vetenskapligt syfte).

ESA är en mellanstatlig samarbetsorganisation. En viktig skillnad mellan ESA och EU är att varje land har en röst, den är inte proportionell mot landets bidrag. ESA:s konvention stipulerar att de pengar som ett land bidrar med, såväl till det obligatoriska som till de frivilliga programmen, ska ges tillbaka i form av uppdrag till landets rymdaktörer. Ett villkor är att landet har aktörer som har den kompetens som ESA efterfrågar. Ur ett ekonomiskt perspektiv är det därför avgörande att Sverige har kompetenta aktörer som kan göra anspråk på de svenska bidragen. Detta gäller speciellt i det obligatoriska vetenskapsprogrammet där storleken på bidraget inte kan styras. Ett land kan välja att inte delta i de frivilliga programmen men får då inte heller tillgång till dess resultat och kan inte påverka dess inriktning. Genom deltagande i programmen har Rymdstyrelsen möjlighet att ta tillvara specifika svenska intressen från såväl forskare som samhälle och industri.

De frivilliga programmen har under en tioårsperiod växt snabbare än förutsett. Svensk industri och svenska forskare konkurrerar framgångsrikt om programmens medel men Sveriges begränsade deltagande sätter skarpa gränser för möjligheterna att få uppdrag. Det svenska deltagandet i vissa program har tidvis varit så lågt att Sverige haft svårt att leva upp till sina åtaganden. Lågt programdeltagande har också drabbat svenska företags affärsmöjligheter. Med regeringens aviserade förstärkning av Rymdstyrelsens anslag i budgetpropositionen för 2020 bedömer Rymdstyrelsen att deltagandet i ESA:s frivilliga program kan närma sig de tidigare nivåerna.

Rymdstyrelsens nationella satsningar är väl samordnade med ESA:s program. Den svenska nationella verksamheten riktas dels till forskare för att de via ESA direkt ska kunna bidra till samhällsnytta och dels till teknikutveckling inom svensk rymdindustri för att de ska kunna delta i projektarbetet.



Appendix 2: Ekonomiska konsekvenser av Rymdstyrelsens förslag.

De ekonomiska konsekvenserna av Rymdstyrelsens förslag sammanfattas i två tabeller – en för *anslag 3:4 – Rymdforskning och rymdverksamhet* och en för *anslag 3:5 – Rymdstyrelsens förvaltning*.

Tabell 1: Sammanställning av de ekonomiska konsekvenserna av Rymdstyrelsens förslag för anslag 3:4 – Rymdforskning och rymdverksamhet. Konsekvenserna visar vilken utökad ram som behövs per år, utgående från dagens anslag.

Förslag	2021 mnkr	2022 mnkr	2023 mnkr	2024 mnkr	Totalt mnkr
<i>Stärka svenska aktörers konkurrenskraft för hållbar tillväxt och effektiviseringar</i>					
Dataexploatering för att möta klimatförändringarna och de globala hållbarhetsmålen	20	30	40	40	130
Kraftsamling på EU:s partnerskapsprogram och övriga program	10	15	20	25	70
<i>Sammanhållande expertmyndighet för svensk rymdverksamhet</i>					
Arktis – en brännpunkt för exploateringsintressen och säkerhetspolitik i ett starkt förändrat klimat	*	*	*	*	*
Samordning av rymdverksamhet och särskilda satsningar för hela samhällets behov	5	15	20	30	70
<i>Säkerställa tillgången på säker, pålitlig och för Sverige relevant rymdinfrastruktur</i>					
Espace som centrum för forskning och utveckling inom rymd, klimat och miljö	5	10	15	15	45
Förstärkt medverkan i internationella rymdforskningsprojekt	10	15	20	25	70
Ökat deltagande i relevanta ESA-program	30	50	60	60	200
Nationellt rymddatalabb	15	15	15	15	45**
Summa	95	150	190	210	

* Medlen för den arktiska vädersatelliten är redan prioriterade i Rymdstyrelsens förslag till ESA:s ministerrådsmöte 2019 och tas alltså ur befintliga medel.

** Driftansvaret bör på sikt läggas på Digitaliseringsmyndigheten.



Tabell 2: Sammanställning av de ekonomiska konsekvenserna av Rymdstyrelsens förslag för anslag 3:5 – Rymdstyrelsen: Förvaltning. Konsekvenserna visar vilken utökad ram som behövs per år, utgående från dagens anslag. Totalt omfattar detta en personalförstärkning på nio personer till 2024.

Förslag	2021 mnkr	2022 mnkr	2023 mnkr	2024 mnkr
Stärka svenska aktörers konkurrenskraft för hållbar tillväxt och effektiviseringar.	2,4	3,6	4,8	6,0
Sammanhållande expertmyndighet för svensk rymdverksamhet	1,2	2,4	3,6	3,6
Säkerställa tillgången på säker, pålitlig och för Sverige relevant rymdinfrastruktur	0	1,2	1,2	1,2
Summa	3,6	7,2	9,6	10,8