

FÖRDEL RYMD



OM RYMDOMRÅDET I SVERIGE - NYTTOR OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

2011

DET FINSTILTA

Detta dokument är framtaget av:

ACREO, Chalmers, FMV, FOI, Försvarsmakten, FRA, IRF, IVA, KTH, LTU, Metria, Omnisys Instruments, Progressum, RUAG Space, SSC (f d Rymdbolaget), SES-Sirius, SGU, SMHI, STARCS, Swedish Aerospace Industries (SAI), Swerea SICOMP, Volvo Aero, ÅAC Microtec

Dokumentet är ett inspel till en nationell rymdagenda från företag, institut och universitet/högskola inom den svenska rymdsektorn. Organisationerna ovan äger tillsammans alla rättigheter till texten i dokumentet. Innehållet får gärna citeras om källan uppges tydligt.

Foto/rendering: Omslag © iStockphoto.com/narvikk, © iStockphoto.com/Bim 2–3 © iStockphoto.com/narvikk 4 © iStockphoto.com/loops7, Gunnar Linn 6–7 © iStockphoto.com/Bluberries, © iStockphoto.com/Coldimages 8 © iStockphoto.com/cogal, © iStockphoto.com/baytunc, SSC 8–9 SSC 9 SSC 10 © iStockphoto.com/loops7 10–11 © iStockphoto.com/LivingImages 12 © iStockphoto.com/DOCConnell, © iStockphoto.com/scyther5, © iStockphoto.com/doram, © iStockphoto.com/VasilySmirnov, © iStockphoto.com/ooyoo, © iStockphoto.com/ChristopherBernard, © iStockphoto.com/MMADIA, © iStockphoto.com/KATIV 13 © iStockphoto.com/YT, © iStockphoto.com/cjp 14–15 © iStockphoto.com/urbancow 16 Försvarets Bildbyrå, © iStockphoto.com/ninian, Gunnar Linn, ESA, © iStockphoto.com/Claudiad, © iStockphoto.com/dstephens 17 © iStockphoto.com/jcarillet 18–19 iStockphoto.com/Simotion 20 © iStockphoto.com/Petrovich9 21 © iStockphoto.com/piotr_malczyk, © iStockphoto.com/blackred, © iStockphoto.com/Nicemonkey 22–23 © iStockphoto.com/lensflairuk 24–25 © iStockphoto.com/PLAINVIEW, ESA 26 ESA, © iStockphoto.com/DOUGBERRY, ESA 27 ESA, © iStockphoto.com/aristotoo 28 © iStockphoto.com/cristimatei 29 NASA/DOE/Fermi LAT Collaboration 30–31 © iStockphoto.com/BiterBig 30–33 © iStockphoto.com/IngaNielsen 32 IRF/Torbjörn Lövgren, IRF/Rick McGregor, ESA 33 Gunnar Linn 34–35 Anette Andersson
Redaktion, form, layout, illustration: Gunnar Linn, LinnSideOut www.linnsideout.se
Tryck: Alloffset, Bandhagen, 2011

Det dokument du just nu håller i handen ...

... har rymden som avsändare. Eller närmare bestämt så gott som samtliga svenska rymdintressenter. Vi som skrivit detta är rymdforskare, till exempel med intresse av främmande planeter och solsystem men även av vår närmaste atmosfär och hur dess förändringar påverkar våra livsbetingelser. Vi är också representanter från små och stora företag som utvecklar och bygger instrument, satelliter och raketer. Och vi är myndigheter, institut och organisationer som använder rymdbaserade varor och tjänster eller som skulle vilja göra det, mer än vad vi gör idag.

Vi har tillsammans skrivit detta dokument för att vi vill uppmärksamma beslutsfattare och andra på värdet och betydelsen av vår samlade svenska rymdverksamhet. Vi vill beskriva det vi gör och vi vill beskriva den nytta vi tycker att vi gör för Sverige. Vi tycker nämligen att nyttan är stor.

Ett annat viktigt budskap vi vill framföra är att svensk rymdverksamhet gör skillnad. Det är skillnad på om Sverige har en framstående rymdverksamhet än om vi inte har det. Både för Sverige och interna-

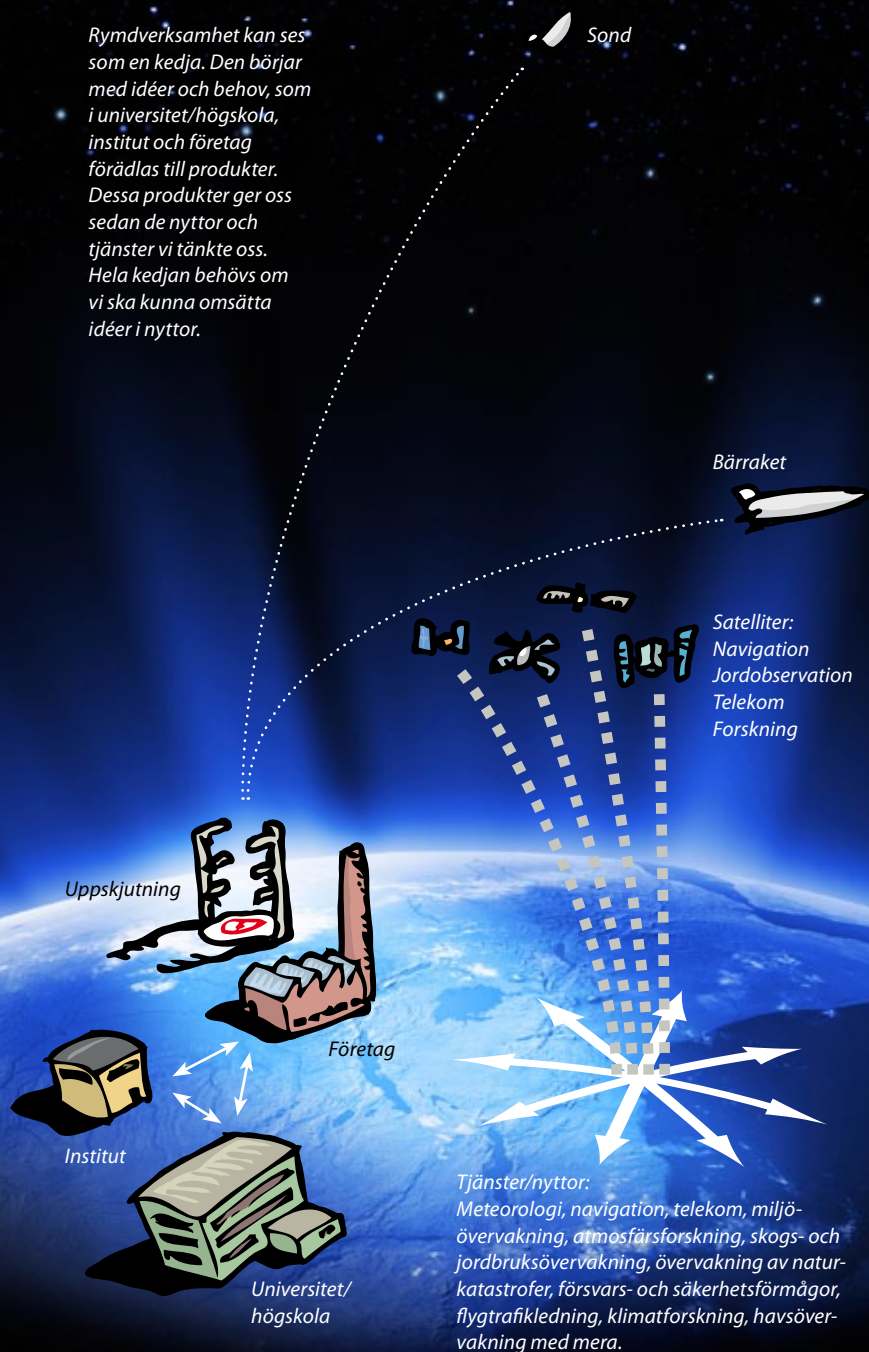
tionellt. För Sverige handlar det om vår position som kunskapsnation, vår roll i det internationella klimatarbetet, vårt ledarskap inom teknologisk utveckling, vårt eget och Europas oberoende och det handlar också om vår nations säkerhet.

Vi gör även skillnad internationellt. Viss rymdverksamhet gör vi i Sverige annorlunda eller bättre än andra länder. Vi har också viss rymdverksamhet som andra länder inte har. Detta innebär att när Sverige är med och bidrar i internationella samarbeten blir resultatet bättre. Forskningsresultat blir bättre, instrument, satelliter och raketer blir bättre än om vi inte hade varit med. Och nyttan för användare av rymdbaserade varor och tjänster blir större.

Vi som skrivit detta dokument har som sagt ett stort gemensamt intresse för svensk rymdverksamhet. Dokumentet är ett inspel och en uppmaning till arbetet med att utforma och vässa svensk rymdverksamhet. Vi tycker Sverige kan sikta högt. För att vi kan, för att vi vill och för att det är bra för Sverige och framtiden.

	INLEDNING: RYMDEN I SVERIGE	4
NYTTOR MED RYMDTEKNIK:	HUR VARMT BLIR DET EGENTLIGEN?	6
	På klimatområdet ger rymdtekniken kunskap, lösningar och ledartröja för Sverige.	
	SATSA I RYMDEN – VINN I VARDAGEN	10
	Många samhällsfunktioner effektiviseras med rymdteknik – andra möjliggörs.	
	GLOBAL ÖVERBLICK FÖR ETT SÄKRARE SVERIGE	14
Rymdtekniken bidrar till att skapa en säkrare värld med högre livskvalitet.		
	I RYMDEN ÄR INNOVATION VARDAG	18
	Svensk innovation inom rymdområdet ger teknikspridning och tillväxt.	
	PAUS: NORRSKEN FRÅN FÖRSTA PARKETT	22
FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR RYMDTEKNIK:	OBEROENDE – FÖR ATT VI ÄR BEROENDE	24
	Vi måste kunna stå på egna ben i rymden för att kunna använda våra tjänster.	
	SE UPP FÖR RYMDENS FAROR	28
	En rymdlägesbild är ett måste för rymdverksamhet och tjänster.	
	KUNSKAP ÄR INGEN SLUMP	30
	Fler kvinnor och män i Sverige måste behärska naturvetenskap och teknik.	
	FÖRKLARINGAR	34
	MEDVERKANDE I DETTA DOKUMENT	35

Rymdverksamhet kan ses som en kedja. Den börjar med idéer och behov, som i universitet/högskola, institut och företag förädlas till produkter. Dessa produkter ger oss sedan de nyttor och tjänster vi tänkte oss. Hela kedjan behövs om vi ska kunna omsätta idéer i nyttor.



INLEDNING:

Rymden i Sverige

Sveriges rymdbransch är innovationstung och väl integrerad med en global marknad. Men vi skulle kunna satsa mer på rymdområdet. Och då också vinna mer i form av jobb och tillväxt.

★ Sverige har varit med i det europeiska rymdsamarbetet sedan det startade i mitten på 1960-talet. Vårt land satsar drygt 800 miljoner kronor per år i offentliga medel på rymdverksamheten, och bidragen till det europeiska samarbetet dominerar dessa utgifter.

Rymdsamarbetet anses i Europa vara av strategisk betydelse, det vill säga att det berör vitala samhällsintressen, och är inriktat mot:

- en gemensam offentlig infrastruktur till nytta för



... mitt huvudmotiv för att stödja rymdprogrammen, nämligen teknisk utveckling och industriell kompetens inom avancerad teknologi ..."

"... utvecklingen av rymdbaserade tjänster har blivit en allt betydelsefullare sida av rymdutvecklingen. Aldrig hade man kunna drömma om att rymdteknologin skulle ge mänskligheten så stora fördelar när det gäller kommunikation mellan människor ..."

Industriminister Nils G Åsling, "Skål att minnas", Ekerlids Förlag, 1996

medborgarna;

- en egen förmåga för Europa att själv bygga sådan infrastruktur;
- en konkurrenskraftig europeisk rymdindustri.

Sveriges offentligt finansierade rymdverksamhet syftar naturligtvis ytterst till att ge praktiska, vetenskapliga, teknologiska, kommersiella och politiska fördelar för vårt land samtidigt som det bidrar till att Sverige kan tillhöra kärnan i det europeiska samarbetet. Den offentliga rymdverksamheten är därför inriktad mot svensk förmåga i den rymdbaserade infrastrukturen – det som till vardags kallas rymdsegmentet. Det är där teknikhöjd, kunskapsnivå och innovationsgrad är som störst och det är där som industriell förmåga ger politisk tyngd.

Avsevärd förmåga

Den svenska rymdbranschen har avsevärd förmåga inom rymdtekniska nyckelområden som ombord-elektronik, raketmotorer, konstruktion och drift

av rymdsystem och användning av jordobservationsdata. Branschen säljer för mer än dubbelt så mycket som staten satsar på rymdverksamheten. De svenska rymdföretagen är till viss del utlandsägda av större industrigrupper eller har dotterbolag på flera kontinenter.

Rymdbranschen i Sverige är alltså som vilken annan industrigren som helst, det vill säga väl integrerad med en global marknad.

Att Sverige har en livaktig rymdverksamhet har naturligtvis sina rötter i den vetenskapliga, tekniska och industriella traditionen i Sverige. Redan Anders Celsius (1701–1744) intresserade sig exempelvis för norrskenet, ett fenomen i rymden som är grunden för rymdverksamheten i Kiruna-regionen – på Institutet för Rymdfysik och på Esrange. Svensk avancerad teknik, uppbyggd under efterkrigstiden inom flygteknikområdet, är en annan källa till Sveriges excellerans inom rymdbranschen.

Resultat av innovativa satsningar

Svensk rymdverksamhets goda rykte är således ett resultat av innovativa satsningar på djärva forsknings- och teknikprojekt. Svenska forskningssatelliter brukar exempelvis framhållas som extremt kostnadseffektiva.

Sverige har också varit en pionjär inom satellitdistribuerad TV med satelliten Tele-X (1989) och praktisk användning av satellitbilder.

Svensk rymd i Europa

Sveriges medlemskap i EU och ESA innebär att vi deltar i att finansiera en gemensam rymdinfrastruktur för Europa. När vi är med och betalar för denna infrastruktur får vi också industribeställningar i utbyte.

Men det är ett faktum att stora medlemsländer etablerar den tekniska dagordningen för Europas rymdverksamhet inom ramen för ESA, och att dessa länder kontrollerar större delen av branschens industristruktur. Om inte



TIO SEKUNDER OM RYMDEN I SVERIGE

De svenska företag som producerar varor och tjänster för rymdverksamhet har avsevärda förmågor inom rymdtekniska nyckelområden.

Branschen säljer för mer än dubbelt så mycket som staten satsar på rymdverksamheten.

Inom rymdbranschen är teknikhöjd, kunskapsnivå och innovationsgrad som störst, och det är där som industriell förmåga ger politisk tyngd.

Sveriges rymdsatsning per capita är bara 75 % av genomsnittet i Europa.

företag från mindre länder intar tekniskt och affärsmässigt framskjutna positioner i ESA:s projekt minskar således deras chanser att få leverera till EU:s rymdprojekt.

Så eftersom vårt deltagande i ESA:s program positionerar oss i EU-projekt borde Sveriges satsning på ESA höjas till en nivå som motsvarar vår andel av EU:s samlade BNI.

Denna höjning bör vara en del av Sveriges förslag till ESA:s så kallade ministerkonferens 2012 där organisationens framtida inriktning skall bestämmas.

Hur varmt blir det egentligen?

Klimatdebatten angående hur stora temperaturförändringar det blir på jorden är mycket aktiv. Klimatmodellerna visar att det blir varmare – men hur mycket och de exakta orsakerna diskuteras. Endast genom kontinuerliga mätningar i atmosfären, främst med hjälp av satelliter, kan man få de data som är nödvändiga för att utveckla modellerna. Målet är att minska osäkerheterna och få ett mer robust svar på hur varm jorden kommer att bli.

★ I media läser vi om de klimat- och miljöförändringar som världen står inför. Det blir varmare; människan påverkar inte bara sin lokala miljö utan också den globala. Denna förändring antas pågå under lång tid framöver och påverka vårt samhälle på ett påtagligt sätt.

Men hur mycket påverkar egentligen människan klima-

tet? Hur varmt riskerar det att bli – och varför? Viktigast av allt: vad ska vi göra åt det? Politiker står inför uppgiften att ta del av information, göra bedömningar och besluta om åtgärder – som naturligtvis måste bli så korrekta och träffsäkra som möjligt. Det är av största vikt att ständigt utveckla klimatinformationen till beslutsfattare så att de





miljöåtgärder som beslutas blir välgrundade, korrekt dimensionerade och ekonomiskt hållbara lösningar för samhället.

Frågan blir då vilken kunskap man ska basera de politiska åtgärderna på. I dag baseras många av de internationella överenskommelser som görs inom klimat och miljö på globala och regionala klimatmodeller som, givet

bestämda utsläppsscenarier (antaganden om förändring av växthusgasernas koncentration i atmosfären med tiden), får fram klimatscenarier för framtiden.

Ur dessa modeller dras olika slutsatser beroende på forskargrupp, land och uttolkarnas politiska målsättning. Modellerna behöver städigt utvecklas, med målet att fånga kom-

plexiteten i klimatsystemet, samtidigt som robustheten i resultaten ökar.

Rymden enda möjligheten
Eftersom klimatet är en långsiktig företeelse, där det längre perspektivet ofta döljs av kortsiktiga fluktuationer, är det endast genom långvariga mätserier man kan förbättra klimatmodellerna.



TIO SEKUNDER OM RYMDTEKNIK OCH VÅRT KLIMAT

För att vi ska kunna ta reda på hur varmt det blir på jorden behöver vi kontinuerliga mätningar av atmosfären – då förses forskarnas klimatmodeller med tillförlitliga data.

Satelliter är den enda möjligheten till långsiktiga mätserier. Politiker och beslutsfattare får en bra grund att stå på för att fatta beslut angående vilka klimatinsatser som är lämpliga.

Sverige har en god kompetens inom klimatmätningområdet, och med rätt insatser i nuläget kommer Sverige år 2025 att kunna vara en ledande nation inom klimatövervakningsarbetet.



★ Satelliter är ett absolut nödvändigt verktyg för att ge globala och kontinuerliga mätningar av miljöfaktorer och klimat.

POLITISKT MÅL

Ett politiskt mål är att den globala temperaturhöjningen år 2020 ska vara högst två grader Celcius jämfört med förindustriell nivå. Det kräver att CO₂-utsläpp reduceras med 40 %. Observationer från rymden kommer att kunna berätta hur målet globalt efterlevs och hur arbetet fortskrider på många svårobserverade områden. Även andra miljöhot kan övervakas på liknande sätt.

Satelliter erbjuder den enda möjligheten att få sammanhängande mätningar dag efter dag, och med global täckning – oberoende av landsgränser, flygtillstånd och liknande.

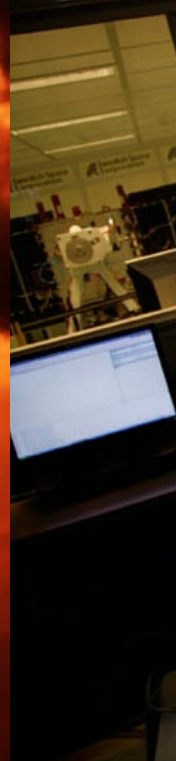
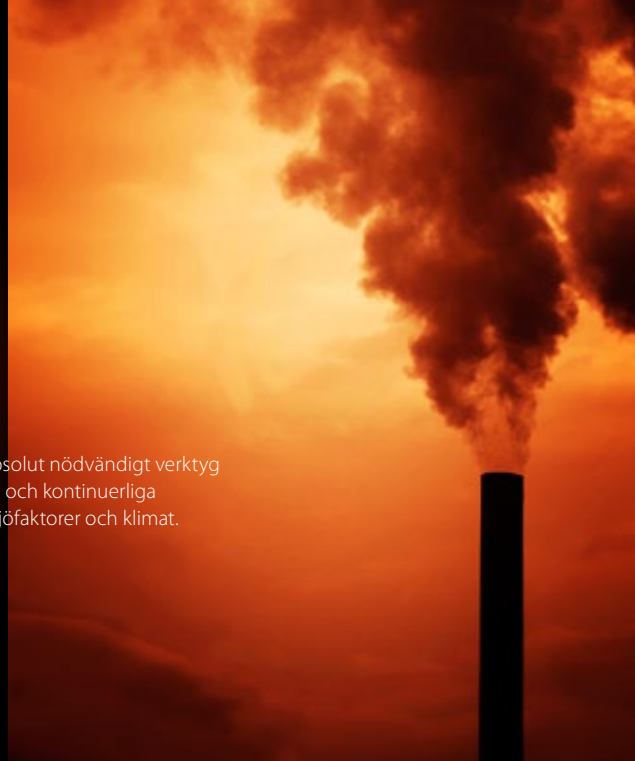
Motsvarande information kan inte fås från mätningar på jorden.

Satelliter är ett absolut nödvändigt verktyg för att tillhandahålla globala och kontinuerliga mätningar av miljöfaktorer och klimat.

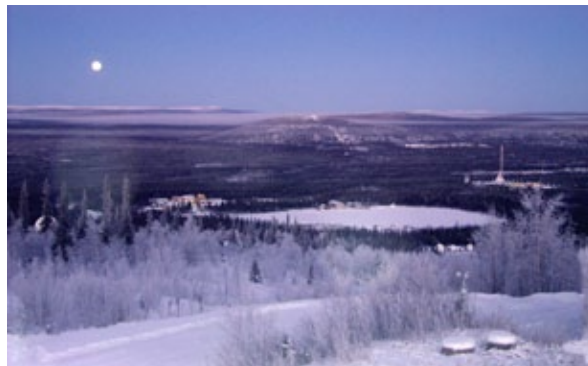
När information väl gått igenom den politiska processen och resulterat i klimatavtal, som styr vår fortsatta påverkan på klimatet, kan rymdtekniken även ge en unik inblick i hur avtalen efterlevs på olika håll runt jorden.

Plats för Sverige

Sverige har plats i internationella sammanhang genom att delta i ESA och EUMETSAT samt i det stora europeiska programmet för jordobservationer från rymden som heter Global Monitoring for Environment and Security (GMES). Våra svenska observationer är också en viktig pusselbit för den internationella organisationen Global Earth Observation (GEO) som knyter ihop olika länders jordobservationssys-



ESRANGE



Sverige har en traditionellt stark forskning med sondraketer kring den övre atmosfärens fysik och kemi och dess kopplingar till klimatet. Forskning görs också med stratosfärballonger, med kortare mätserier men möjlighet

till mer komplex och avancerad mätutrustning. Uppsändningar av sondraketer och ballonger sker från raketbasen Esrange, som därför är en nationell resurs för forskning kring atmosfärfysik och klimatfrågor.



Svenska rymdforskare, rymdtekniker och myndigheter har i internationellt samarbete skapat rymdobservatoriet Odin, som sedan 2001 tagit sig an ozonproblematiken och sökt svaren på frågan om freonförbudet har haft någon verkan.

Det är endast genom långvariga mätserier man kan förbättra klimatmodellerna.

tem till ett ”system av system”, GEOSS.

Sverige har dessutom en unik position i att som ett litet land ha en miljö- och klimatsatellit i omloppsbana: Odin. Den observerar ett mindre antal storheter, och har varit i drift länge. Förutom att medverka i

internationellt miljöarbete kan Sverige alltså bidra med oberoende information, eftersom vi har egen kompetens att förstå de mätningar som utförs och de modeller de används i. Detta ger oss en fortsatt god förståelse för den internationella forskning som sker på området

och hur den forskningen tolkas genom politiska beslut.

På så sätt kan Sverige tala med auktoritet och ta en aktiv roll i det internationella klimatarbetet.

År 2025
Med rätt insatser i nuläget

kommer Sverige år 2025 att kunna vara en ledande nation inom klimatövervakningsarbetet, vilket går helt i linje med landets politiska ambition. Vi kan vara den förebild vi önskar vara, med spetskompetens och teknikutveckling som efterfrågas internationellt.

REKOMMENDATIONER

★ Säkerställ svenskt initiativ inom internationellt klimatarbete

Framtidens klimatbeslut måste bygga på fakta från långvariga mätserier av miljö och klimat. Den som kan tillhandahålla fakta och tolkningar av dessa har en given position i klimatarbetet. Ett fortsatt starkt svenskt engagemang i ESA, EUMETSAT och i GMES är en nödvändig förutsättning för datakontinuitet och tillgänglighet till relevanta jordobservationer för svensk del. En nationell långsiktig rymdpolitik bör säkerställa detta.

★ Upprätthåll svensk klimatforskningsförmåga

En bra förmåga att fatta klimatbeslut kräver att vi ständigt utvecklar vår kunskap att bygga bättre instrument och göra bättre mätningar. Den svenska Odin-satelliten är ett svenskt initiativ som ger forskare data som inte finns tillgängliga på annat sätt. Att Sverige gör egna mätningar och har egen kompetens över tiden är en förutsättning för respektat svenskt ledarskap. Vi behöver därför upprätthålla Odin och utveckla egna instrument. En nationell långsiktig rymdpolitik bör säkerställa detta.

Satsa i rymden – vinn i vardagen

Samhällets funktioner kan effektiviseras med hjälp av rymdteknik. Rymden är en unik möjliggörare för det liv vi vill leva.

★ Högre livskvalitet. Förbättrad kommunikation. Säkrare nyhetsflöden. Bättre koll på omvärlden. Ökad kontroll över utsläpp. Nya material med unika egenska-

per. Allt detta och mycket mer har rymdteknik bidragit till det senaste decenniet i unika system som hjälper till att lösa våra vardagsproblem.

En stor del av de nyttor vi

vant oss vid på senare år härstammar från rymdteknik.

Vinnarna finns över hela fältet: privatpersoner, företag och myndigheter. Alla kan effektivisera och förbättra sina

uppgifter och liv tack vare, och i bland i samarbete med, svensk kompetens inom rymden. Men vi tänker inte alltid på den rymdteknik som ligger bakom.



TIO SEKUNDER OM RYMDTEKNIK OCH VÅRT SAMHÄLLE

En stor del av de nyttor vi vant oss vid på senare år härstammar från rymdteknik: GPS, väderprognoser, snabbare kommunikation och liknande.

Vissa funktioner och tjänster är inte möjliga med markbaserade lösningar.

Därför har rymden en viktig plats i ett modernt samhällsbyggande.

Många gånger handlar det om effektiviseringar av tjänster som även kan förverkligas markbundet – men då till en betydligt högre kostnad eller med lägre grad av nytta. Andra

gånger handlar det om ett rent möjliggörande av sådant som omöjligt kan förverkligas med markbunden teknik.

Gemensamt för båda är att rymdtekniken underlättar var-

dagen och ger oss nyttor som vi annars skulle sakna helt eller tvingas betala ett högre pris för.

Sveriges plats i framtiden
Men varför ska Sverige vara

med och utveckla? Varför köper vi inte bara in de tjänster vi behöver?

Svaret är att vi behöver delta i utformandet av framtidens nyttor. Många av de rymdsats-

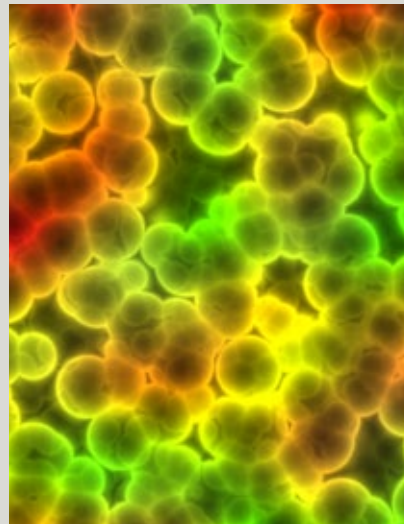
NÅGRA SAMHÄLLSFUNKTIONER SOM BASERAS PÅ RYMDTEKNIK



Ett politiskt mål till år 2020 är att 40 % av Sveriges befolkning ska ha bredbandsuppkoppling om minst 100 Mbit/s. Detta kan realiserats med satellitteknik i områden där markbunden teknik inte är tillämplig, önskvärd eller ekonomiskt försvarbar.



Tidssignaler från GPS ingår som byggsten i exempelvis banktjänster.



Rymden erbjuder en laboratoriemiljö som inte kan uppnås på jorden, där vi exempelvis kan forska på medicinsk teknik på ett rent och tyngdlöst sätt som inte kan återskapas på jorden. Bland annat har det lärt oss hur man kan förhindra benskörhet hos äldre personer.



Satellitteknik distribuerar i dag TV-/radiokanaler, webbsidor och annan kommunikation runt jorden i nästintill obegränsad omfattning, i ständigt nya och uppdaterade dataformat.



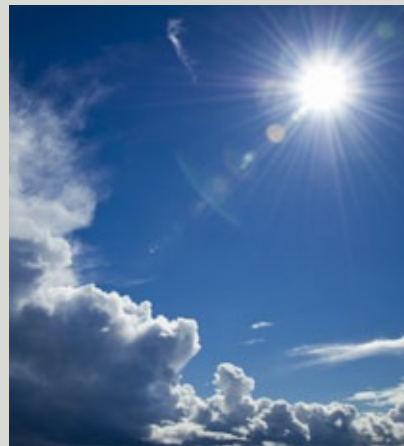
Skogsstyrelsen, Naturvårdsverket och många andra myndigheter och företag använder satellitbilder för att kartlägga och följa förändringar i skogsbruk, miljö, naturskydd, jordbruk, bebyggelse och liknande.



Vi effektiviserar trafik, transporter och jordbruk med hjälp av satellitdata, och tekniken möjliggör självgående fordon och maskiner.



Myndigheten för samhällsskydd och beredskap använder data från satelliter inom säkerhetsarbete, krishantering och naturkatastrofer.



Pålitliga väderprognoser ger de flesta av oss möjligheter till planering av både arbete och fritid, och för exempelvis flygbranschen är de vitala.

★ Svenska rymdtjänsteföretag har innovationskraft och är efterfrågade internationellt för samarbete, och våra lösningar används i stor utsträckning i andra länder.

ningar som sker är i internationellt samarbete, och de måste inkludera våra synpunkter.

Dessutom har svenska aktörer och beställare inom rymdområdet god insikt i hur avancerad teknik kan användas i praktiken.

Svenska rymdtjänsteföretag har innovationskraft och är efterfrågade internationellt för samarbete, och våra lösningar används i stor utsträckning i andra länder.

Men vår kompetens att förstå användarnas – och samhällets – nytta med rymdtekniken och samtidigt utveckla den måste stärkas för att vi fortsatt ska kunna producera efterfrågade lösningar och vara framgångsrika.

Denna utveckling är möjlig om Rymdsverige enas runt en

nationell rymdpolitik, som driver utvecklingen i en entydig riktning som så väl som möjligt tar sikte på framtiden.

År 2025

År 2025 kommer vi att använda rymdteknik på nya områden.

Det kan gälla antingen helt nya tjänster såsom effektivare ledning av flygtrafik och sjöfart, eller drastiska effektiviseringar av etablerade tillämpningar såsom väderprognoser, logistik och övervakning – inte minst av fordonstrafik.

Vi ser att rymdtekniken kan leverera stadigvarande tjänster på en mängd områden där det i dag görs punktinsatser, men där man skulle vinna stort på att systematisera – både räknat i pengar och i icke-kommersiella nyttor.



Rymdtekniken underlättar vardagen och ger oss nyttor.

REKOMMENDATIONER

★ Skapa en nationell rymdpolitik som bidrar till ett modernt samhällsbyggande

Svenska myndigheter och företag ställs inför allt större utmaningar. Telekom, navigering, miljö, meteorologi är alla exempel på områden som använder rymdtjänster för att underlätta och effektivisera vardagen. Rymden har en plats i ett modernt samhällsbyggande. Möjligheter finns dessutom för framgångsrika svenska företag, inom exempelvis skogs- och kraftindustrin, att ytterligare vässa sin konkurrenskraft med innovativa rymdrelaterade produkter och tjänster. För detta krävs en nationell rymdpolitik för att ensa ansträngningarna, visa riktningen och samlar aktörerna.

★ Ta bort hinder som försämrar tillväxtpotentialen för rymdbaserade tjänster

Rymdbaserade tjänster används inte i den utsträckning de skulle kunna. För att Sverige ska ta den plats i framtidens utveckling av samhällstjänster som vi önskar är det viktigt att rymdbaserade data finns att tillgå, med kontinuitet, för de kommersiella aktörer som behöver dem. Möjligheter till nya jobb i denna tjänsteutveckling är goda, men det är viktigt att se till att utvecklade tjänster långsiktigt har tillgång till data. Myndigheter kan här göra en insats för att underlätta denna tillgång och se till att det inte finns ekonomiska eller andra hinder i vägen för utveckling av nya innovativa tjänster baserat på data från rymden.



Global överblick för ett säkrare Sverige

Livskvalitet bygger till stor del på att man kan känna sig trygg, nu och i framtiden. Rymdtekniken bidrar till att skapa en säkrare värld.



★ Vi ska inte tro att vi är säkra i Sverige, bara för att vi är lite i periferin. Klimatförändringar, naturkatastrofer, brist på energi, vattenförsörjning, terrorism och väpnade konflikter är företeelser som i dagens globaliserade samhälle påverkar människor långt bort från själva händelserna. Även vi i Sverige måste bedriva en effektiv säkerhetspolitik i samverkan med EU:s medlemsländer för att minimera risker och öka vårt skydd mot oönskade händelser.

Den som arbetar med försvar och civil säkerhet behöver därför ha tillgång till högkvalitativt beslutsunderlag i form av underrättelser om vad som sker – här och nu – och kanske vad som komma skall. Information inhämtas idag från flertalet arenor: luft, mark, sjö och info/cyber bland annat. Men markbaserade förmågor är inte i alla avseenden tillräckliga för att ge det nödvändiga globala och snabba tidsperspektivet; vi måste också använda informationen från rymden.

Satelliter kan snabbt



TIO SEKUNDER OM RYMDTEKNIK OCH VÅR SÄKERHET

Dagens säkerhetsproblem är globala och behöver därför övervakas av satellitbaserade system.

Rymdförmågor i form av kommunikation och spaning är ett viktigt redskap för att ge exempelvis Försvarsmakten ett oberoende och aktuellt beslutsunderlag vid internationella operationer.

I dag utvecklas dessa system gemensamt i Europa, men Sverige deltar inte i detta arbete.

övervaka stora geografiska områden, verka oberoende av nationsgränser och samtidigt ge unikt detaljerad information. Satellitbaserade förmågor ger Sveriges försvars- och säkerhetsorganisationer både flexibilitet och ett taktiskt informationsöverläge.

Brist på egna rymdförmågor
Sverige har inte tillgång till egna nationellt oberoende rymdresurser, utan får till största delen förlita sig på kommersiella aktörer och publika tjänster för att införskaffa satellitbildunderlag och kommunikationstjänster.

Dessa tjänster är inte en del

RYMDFÖRMÅGOR SOM LÖSNING



Satellittelefoni ger insatspersonal vid internationella humanitära insatser ett oberoende av den lokala infrastrukturen, som kan vara mer eller mindre utslagen efter till exempel en jordbävning.



Radarbilder från satelliter kan användas för havsövervakning, exempelvis för att upptäcka och följa fartyg som bedriver pirat- eller annan illegal verksamhet i maritima områden.



Satellitövervakning fungerar som ett medel för att omedelbart övervaka svenska intressen oavsett var på globen nya kriser uppstår. Exempelvis kan rymdbaserade förmågor bidra till att lösa gisslansituationer i svåråtkomlig terräng.

Satellitbaserad kommunikation och övervakning ger en global lägesuppfattning och därmed ett bra beslutsunderlag för effektivt agerande i internationella kriser och fredsbevarande operationer världen över. På en högre detaljnivå kan satelliter tillhandahålla detaljerad taktisk information som exempelvis kan ersätta rekognoscering i farliga och svårtillgängliga områden. Tidig upptäckt av motpartens avsikter och verksamhet ger våra soldater ett försprång.

UPPTAGET – VAR GOD RING SENARE



Utrikesdepartementet kunde inte använda satellittelefoner under Haiti-katastrofen på grund av att andra organisationer redan hade kontrakterat all kapacitet. Alla satellitlänkar var upptagna.

TYVÄRR, VI HAR SOMMARSTÄNGT



Försvarsmakten kunde inte köpa aktuella satellitbilder under Georgien-krisen från en av sina viktiga europeiska leverantörer eftersom företaget hade sommarstängt.

av våra ledningssystem och fördröjer därför beslutsprocesserna.

Eftersom en stor andel av rymdsensorerna ägs av utländska organisationer kan informationen också uppfattas som antingen ofullständig eller kanske partisk.

Och det är inte heller all information som överhuvudtaget går att köpa kommersiellt; vissa data måste inhämtas genom internationella samarbeten för den som inte har egna resurser.

Rymden viktig men okoordinerad

På en mer övergripande nivå ser vi att rymdförmågor som ett säkerhetspolitiskt redskap i dag saknar en tydlig politisk hemvist i Sverige. Det saknas

MAN KAN LITA PÅ SATELLITER



Satellittelefoni baserad på Thuraya-satelliterna användes av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap under Israel-Libanon-krisen 2006. Den italienska satellitkonstellationen COSMO-SkyMed har bidragit med bildunderrättelse i övervakningen av pirataktiviteter utanför Somalias kust som ett led i Eunavfors humanitära insats Operation Atalanta för att få fram hjälpsändningar.

en strategi för hur redskapet skall nyttjas av hela Sverige, vilket försvårar anpassningen till pågående europeiska ansträngningar att integrera rymd, försvar och säkerhet.

Europa inser att dess säkerhetspolitiska ambitioner måste balanseras med konkret militär kapacitet – som idag kräver rymdförmågor. Sverige deltar

för närvarande inte aktivt i dessa ansträngningar och har därför svårt att få del av de värden som skapas i och med teknikutvecklingen på rymdområdet i Europa. Exempelvis har Sverige hittills inte engagerat sig i de Europeiska satsningarna på att skapa en oberoende bildunderrättelsekapacitet.

Varför Sverige?

I Sverige har vi förutsättningar för att aktivt engagera oss på EU-nivå och delta i flera internationella rymdsamarbeten på försvarsområdet med vår höga tekniska kompetens och erfarenhet.

Vi skulle då få tillgång till omfattande gemensam information och på så sätt säkerställa tillgången till globala underrättelser oavsett väder- och ljusförhållanden.

Denna information kan ge Sverige en nödvändig och stärkt förmåga vid global kris- och konflikthantering. Om vi engagerar oss, både nationellt och internationellt, i rymdövervakningen bidrar vi till att säkerställa nyttjandet av rymdförmågor som ett säkerhetspolitiskt instrument.

År 2025

I borte änden av vårt tidsperspektiv, år 2025, ser vi att Sverige har en hög profil inom området spaning och övervakning från rymden. Detta leder

till att vi på ett effektivt sätt kan planera och bidra till internationella fredsoperationer. Svenska soldater och biståndsarbetare kan på ett säkrare och mer slagkraftigt sätt bevaka våra intressen i världen.

Sverige har en myndighetsgemensam "rymdfunktion" för att långsiktigt hantera rymdarenan för både civil krishantering och militära insatser. Denna rymdfunktion bör även identifiera internationella samarbetsområden samt framtida inriktningar och avvägningar av rymdarenan baserat på hela Sveriges behov och nytta.

Vi deltar i internationella samarbeten och får tillgång till gemensam information och globala underrättelser vilket stärker vår förmåga vid global kris- och konflikthantering. Om vi har ambitionen att säkerställa en nationellt oberoende förmåga att nyttja rymden för försvar och säkerhet stärks denna av en svensk industriell kedja, från utveckling till drift av rymdssystem.

REKOMMENDATIONER

★ En rymdfunktion för ett säkrare Sverige

I dag saknas en samordnad strategi i Sverige för hur rymdförmågor skall nyttjas i ett försvars- och säkerhetspolitiskt perspektiv. En nationellt sammanhållen rymdfunktion som ansvarar för dessa frågor skulle prioritera och ge en bättre koordinering med exempelvis de europeiska militära rymdinitiativen. Om rymdfunktionens ansvar även inkluderar civil rymdinfrastruktur stärks Sveriges förmåga att agera internationellt.

★ Svenskt oberoende genom rymdsamarbete på EU-nivå

Sverige har i dag inte tillgång till egna nationellt oberoende rymdresurser, vilket begränsar vår förmåga till snabba och väl underbyggda beslut i krislägen. Ett svenskt deltagande i militära rymdinitiativ på EU-nivå skulle trygga tillgången på viktig information och ge delaktighet i teknikutvecklingen. Svensk underrättelseförmåga skulle dessutom stärkas och säkras på lång sikt.

★ En nationell rymdpolitik med säkerhetspolitiska ambitioner

Sveriges försvars- och säkerhetspolitiska intentioner avseende rymden i internationella sammanhang signaleras idag på ett otydligt sätt. Därför behöver riktlinjer tas fram som tydligt visar hur svensk rymdverksamhet avser höja Sveriges försvarsförmåga och säkerhet. Riktlinjerna, som en del av en nationell rymdpolicy, skulle signalera svenska ambitioner till omvärlden inför eventuella samarbeten.



I rymden är innovation vardag

Sverige har ett välfungerande innovationssystem inom rymdområdet. Detta ger beställningar men också stor teknikspridning till andra branscher. Satsade pengar inom rymdområdet ger betydande utväxling i form av tillväxt och nya jobb.



” Vi väljer inte att åka till månen för att det är enkelt, utan för att det är svårt, och för att målet kommer att utmana oss att skärpa våra förmågor.”

USA:s President J F Kennedy om Apollo-programmet 1962
(fri översättning)



TIO SEKUNDER OM RYMDTEKNIK OCH INNOVATION

Att bygga för rymden är det svåraste vi kan göra. Därför är det också en av de bästa grogrunderna för nya spännande innovationer.

Svenska företag konkurrerar om leveranser till rymdinfrastruktur med tekniska lösningar av högsta klass.

Den kunskap som tas fram i rymdsammanhang stannar inte inom rymdsektorn; den kommersialiseras och används vidare inom andra branscher och bidrar till Sveriges konkurrenskraft på många områden.

ESA uppskattar att en satsad krona inom rymdområdet ger 15 kronor tillbaka till samhället i form av tillväxt som resultat av teknikspridning.

★ Det är inte så konstigt att rymdbranschen är innovativ. Rymdsystem med sina extrema krav på tillförlitlighet, lätta konstruktioner och att verka i en extrem miljö kräver en hög teknisk kompetens och förståelse hos utvecklare för både helheten och enskilda specialområden. Att bygga för rymden är oerhört svårt, eftersom tekniken måste vara extremare än i stort sett något annat människan kan bygga.

Detta kräver riktat nytänkande, där målet är att paketera resultaten i en produkt eller tjänst – det vi brukar benämna innovation.

Med innovation som gemensam nämnare samarbetar svenska rymdföretag med varandra, med universitet/högskolor och med internationella partner. Och detta ger konkurrenskraft. Svenska företag kan konkurrera om leveranser till rymdinfrastruktur med tek-

TEKNIKSPRIDNING OCH DIVERSIFIERING

Teknikspridning, ofta kallad spillover, är en fråga om att teknologi och kompetens tillåts flöda mellan verksamheter. Spridningen har en omedelbar orsak i att medarbetare flyttar och för med sig teknologi, arbetssätt, erfarenheter och idéer från en verksamhet till en annan. En annan anledning är när andra branscher tillåts samutnyttja faciliteter och utrustning med rymdbranschen, och på så sätt tillgodogöra sig fördelar.

Teknikspridning handlar inte bara om att en viss teknik förs över till andra aktörer. Det kan också handla om att ett företag genom innovation får tillgång till ny teknik, som man själv väljer att produktifiera på nya områden.

TRL-TRAPPAN



Forskning kan vara väldigt olika till sin natur. Det kan handla om ren grundforskning, där man studerar tekniska problem och lösningar på en generell och förhållandevis förutsättningslös nivå. Men det kan också handla om produktnära forskning, där teknikområdet är specifikt och hårt styrt för att realiseras i en produkt. Det här spannet kan man illustrera med TRL-begreppet, där TRL står för technology readiness level. TRL anger nivån på mognadsgraden hos den teknologi som utvecklas; ju högre TRL, desto närmare en färdig produkt befinner man sig. TRL brukar ritas som en trappa med nio steg enligt figuren.

niska lösningar av högsta klass; vi har byggt flera satelliter och internationellt använda mätinstrument, levererat utrustning och tjänster till rymdsystem, och erbjuder dessutom tjänster baserade på rymdteknik.

Tekniken sprids och ger tillväxt
Rymdverksamhet är förknippad med extrem tillförlitlighet och har en attraktionskraft som öppnar dörrar till andra marknader. Den kunskap som tas fram i rymdsammanhang stannar därför inte inom rymdsektorn; den kommersialiseras och används vidare inom andra branscher och bidrar till Sveriges konkurrenskraft på många områden. Statligt finansierad forskning och utveckling får produktmässig avsättning på kommersiella marknader, och bidrar till tillväxten. Dess-

utom ger rymdverksamhetens forskningsintensitet ett positivt bidrag till Sveriges varumärke.

Den Europeiska rymdorganisationen (ESA) gör uppskattningen att en satsad krona inom rymdområdet ger 15 kronor tillbaka till samhället i form av tillväxt som resultat av teknikspridning.

Problem på vägen till produkt
Sverige vill vara ett land där företag ska ha lätt att starta och växa, inte minst genom innovation. Svenska företag behöver bättre möjligheter att omvandla framforskad teknik till kommersiella produkter. Det finns en anledning till detta, som blir synlig om man tittar på den så kallade TRL-trappan



Sverige vill vara ett land där företag ska ha lätt att starta och växa.

– se separat faktaruta.

Mellan nyfikenhetsforskningens avslut (TRL 4) och produktutvecklingens början (TRL 7) finns ett gap som är stort och underfinansierat. Det gör att framforskade resultat, ofta från universitet och högskola, inte med lätthet kan tas

vidare till företagens produktutveckling.

Om svenska företag ska kunna konkurrera om leveranser till gemensamma europeiska rymdsystem måste de kunna prova sin nya teknik rigoröst innan den används i kritiska system. Innovationer måste verifieras i full skala och i relevant miljö för att demonstrera inför kunderna



SVENSKA INNOVATIONER EXPORTERAS

Innovation och utveckling har lett till att Sveriges rymdindustri, i internationell konkurrens, levererar exempelvis frekvensomvandlare och antenner till kommersiella amerikanska, indiska, ryska och europeiska kommunikationssatelliter.

att de håller måttet – innan de är färdiga produkter. Att leda och delta i sådana demonstrationsmöjligheter är viktigt för svenska företag och universitet/högskolor.

Här behöver företagen finansieringsmöjligheter. TRL 5–6 är en kapitalkrävande fas, och eftersom den europeiska rymdmarknaden är liten tar det lång tid att få igen en investering i en ny produkt – ofta alltför lång tid för att rymdföretagen ska kunna egenfinansiera sin produktutveckling. En

★ Vi behöver göra vad vi kan för att vinna industriella uppdrag, och ökade demonstrationsmöjligheter är ett bra medel.

offentlig investering i sådan teknikutveckling är lönsam eftersom den kan ta idéer och uppfinningar till den nivå där de kan göra kommersiell och samhällsmässig nytta. Och ge mångfaldigt tillbaka.

Vårt land bidrar genom EU

och ESA ekonomiskt till en gemensam europeisk rymdbaserad infrastruktur. Vi behöver göra vad vi kan för att vinna industriella uppdrag, och ökade demonstrationsmöjligheter är ett bra medel.

År 2025

Inom en överskådlig framtid har vi, med rätt strategi, haft en god utveckling av innovationsklimatet i Sverige. Vi är i världsklass på innovationsområdet genom medveten utveckling inom rymdverksamheten och spridning av metodiken till andra områden. Vår nationella rymdkompetens har gett oss stor internationell trovärdighet och en naturlig plats i internationella samarbeten, och teknikspridningen har bidragit till Sveriges tillväxt – inte minst regionalt.

Rymden har helt enkelt gjort Sverige bättre.

EXEMPEL PÅ RYMDRELATERADE INNOVATIONER



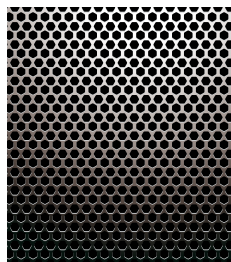
Plug-and-play

En ny standard, Space Plug-and-Play Avionics (SPA), ska göra det mycket enklare och snabbare att bygga satelliter – kanske så snabbt som en vecka. Området är innovationstungt, och teknikspridningen till exempelvis flygtekniken erbjuder möjligheter till minimerade utvecklingskostnader.



Miniatyrisering

Avancerad förpackning av miniaturiserad elektronik och sensorteknik är en förutsättning inom rymdsegmentet. Utvecklade lösningar har avsättning inom såpass skilda tillämpningar som flygteknologi och medicinsk teknologi.



Materialteknik

Rymden ställer extrema krav på material. Det handlar exempelvis om låg vikt, hög hållfasthet och tålighet för ytterst besvärliga förhållanden. Innovationer inom detta område förs regelmässigt över till andra branscher och verksamhetsområden där konkurrensfördelarna med den nya tekniken är betydande.

REKOMMENDATIONER

★ Bättre förutsättningar att kommersialisera innovationer

Framforskade resultat riskerar att fastna på forskningsstadiet. Svenska rymdföretag måste kunna överbygga det gap som finns mellan nyfikenhetsforskning och produktutveckling. Ett program för realistiska demonstrationsmöjligheter ger företagen bättre möjligheter att omvandla framforskad teknik till kommersiella produkter.

★ Innovation och tillväxt – en naturlig del av en nationell rymdpolitik

Utän ett väl fungerande innovationssystem får vi inte fram nya teknologier, produkter och företag. Sverige behöver fler innovativa företag med teknologier för en global marknad. Att komma till och verka i rymden är svårt – och utmanande krav driver innovation. När innovation och tillväxt är en naturlig och bärande del i en nationell rymdpolitik kan vi utveckla konkurrenskraftiga rymdprodukter och instrument, baserade på ny teknologi, och samtidigt bidra till teknikspridning mellan olika branscher och aktörer.

★ Fortsätt att stödja nationella utvecklingsprogram mot små och medelstora företag samt universitet/högskola

Det behövs en miljö som främjar nödvändiga tekniksiften och utveckling av mindre företag. Rymdteknikbaserade tjänster och produkter är en betydande användare av ny teknologi. I svensk rymdverksamhet finns små och medelstora företag som i samarbete med universitet och högskolor utvecklar nya produkter och innovativa lösningar som möjliggör ökad användarnytta. Ett nationellt innovationsprogram ger stor möjlighet för dessa företag att ytterligare stärka sin konkurrenskraft i internationella program och på den globala marknaden.

PAUS:

Norrskan

från första parkett

Korta rymdfärder upp till tolv mils höjd som medför fyra till fem minuters tyngdlöshet kommer att bli en upplevelse att räkna med i framtiden. Denna nya användning av rymdteknik kallas för sub-orbital rymdturism, där ordet suborbital betyder just "lägre än i omloppsbana runt jorden". Aktörerna bakom är kommersiella och nya på rymdområdet.

I USA, där de första lyckade testkörningarna är redan avklarade och där man nu bygger världens första kommersiella rymdhamn, planeras rymdturismen starta under 2012. Bara de första tio åren planerar den första aktören att kunna skicka ut över 10 000 personer – att jämföra med att endast 500 personer har varit i rymden någonsin.

En möjlig vidareutveckling kan vara färder till "rymdhotell" på rymdstationer.



I Kiruna kan ett europeiskt centrum etableras för kommersiellt driven suborbital rymdturism.

Som resultat av den nya tekniken kan det också bli möjligt att resa till andra kontinenter på en timme på

mycket hög höjd, och ytterligare en vinst kan vara sänkta transportkostnader för rymdteknik till omloppsbana.

Den kommersiella exploateringen av rymden kommer att skapa nya kreativa möjligheter för teknikspridning och utveckling inom flera andra industrier och verksamheter; upplevelser, underhållning/spel/film, design, mode, musik och kläder – vilket i sin tur kommer att skapa fler arbetstillfällen och bidra till ekonomisk tillväxt. De nya farkosterna erbjuder troligtvis också helt nya plattformar för att bedriva forskning i tyngdlöshet.

I Kiruna kan ett europeiskt centrum etableras för kommersiellt driven suborbital rymdturism. Här finns perfekta förutsättningar: fritt lufrum, stor besöksnäring med unika upplevelser och en aktiv rymdverksamhet sedan mer än 50 år.

Oberoende – för att vi är beroende

Vi är alla beroende av rymdteknik. Och beroenden gör oss sårbara. Att kunna stå på egna ben i rymden är en förutsättning för Europas rymdverksamhet och för de offentliga och privata tjänster vi använder.

★ Alla nyttor som på något sätt använder rymdteknik för sitt förverkligande förutsätter att det finns satelliter på plats i rymden, ditsatta med hjälp av raketer. Något annat sätt finns inte.

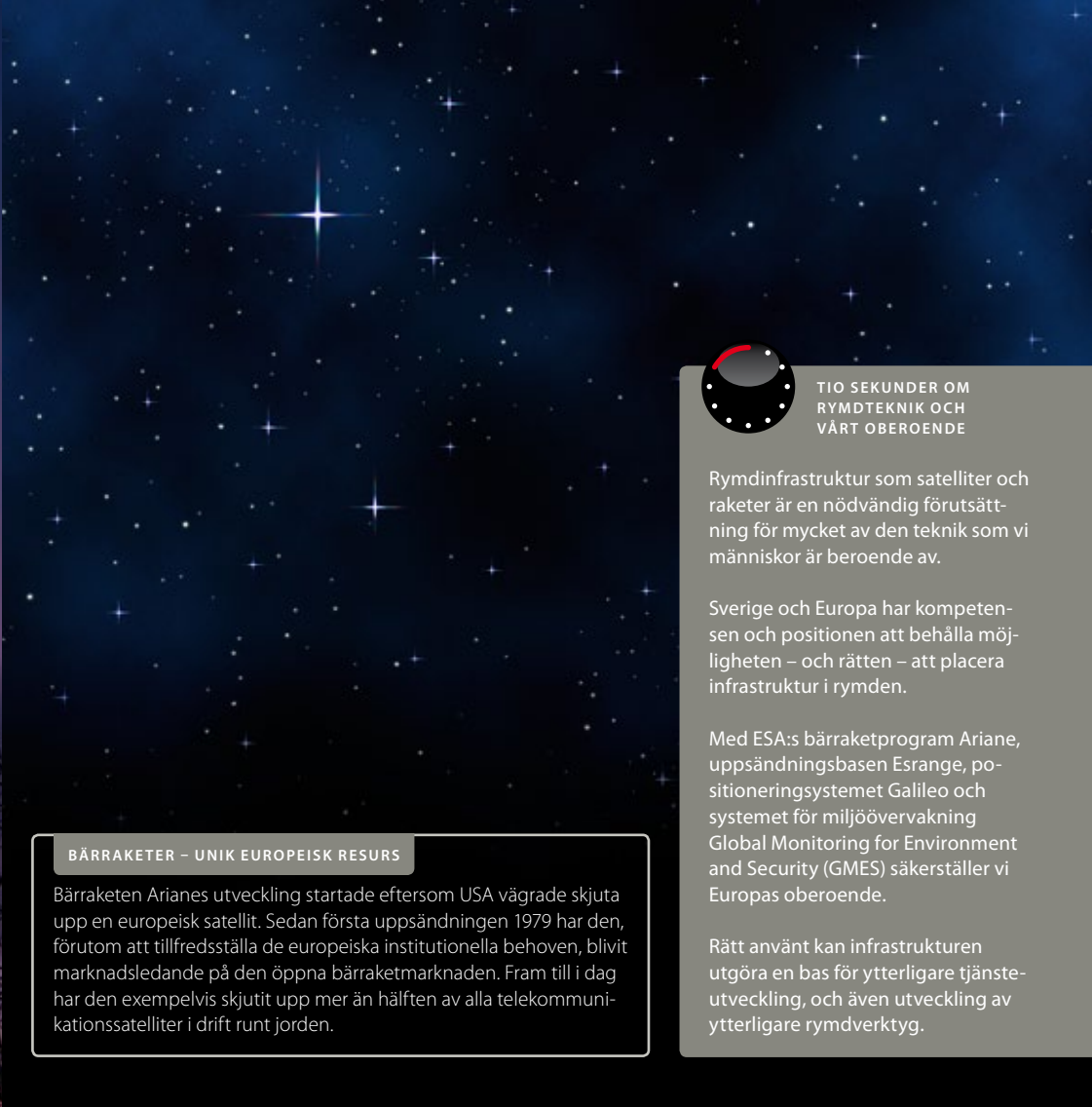
När nyttorna blir av kritisk karaktär, helt nödvändiga för att vi ska kunna leva våra liv

som vi önskar, inser vi att vi själva måste svara för dessa satelliter och raketer – för att inte vara beroende av annan part.

Vi måste se till att vi har kompetensen och positionen att behålla möjligheten – och rätten – att placera infrastruktur i rymden.

Kompetens säkerställer ett





BÄRRAKETER – UNIK EUROPEISK RESURS

Bärraketen Arianes utveckling startade eftersom USA vägrade skjuta upp en europeisk satellit. Sedan första uppsändningen 1979 har den, förutom att tillfredsställa de europeiska institutionella behoven, blivit marknadsledande på den öppna bärraketmarknaden. Fram till i dag har den exempelvis skjutit upp mer än hälften av alla telekommunikationssatelliter i drift runt jorden.

oberoende; om vi deltar aktivt i utveckling riskerar vi inte att bli lämnade utanför.

Tillträdet till rymden

Sedan 1970-talet har Sverige som medlem i ESA, och nu även i EU, valt att stödja Europas oberoende tillträdet till rymden av solida-

ritetsskäl och egenintresse av ett europeiskt oberoende. Vi har uttryckt vår politiska vilja i EU och genom signering av ESA-avtal.

Men vi har också industriella skäl. Sverige spelar en mycket viktig roll i att säkerställa Europas oberoende rymdförmåga genom våra företags delta-



TIO SEKUNDER OM RYMDTEKNIK OCH VÅRT OBEROENDE

Rymdinfrastruktur som satelliter och raketer är en nödvändig förutsättning för mycket av den teknik som vi människor är beroende av.

Sverige och Europa har kompetensen och positionen att behålla möjligheten – och rätten – att placera infrastruktur i rymden.

Med ESA:s bärraketprogram Ariane, uppsändningsbasen Esrange, positioneringssystemet Galileo och systemet för miljöövervakning Global Monitoring for Environment and Security (GMES) säkerställer vi Europas oberoende.

Rätt använt kan infrastrukturen utgöra en bas för ytterligare tjänstutveckling, och även utveckling av ytterligare rymdverktyg.

gande i ESA:s bärraketprogram Ariane. Vi har i dag företag inom raketutveckling som är unika "centres of excellence" för Europa, och fler företag står på tröskeln inför nästa generationer av europeiska raketer, med introduktion strax efter 2020. Förstudier och teknologiprogram pågår bilateralt och



På markstationen ESRANGE i Kiruna utför man omfattande mätningar och tar emot en stor mängd satellitdata, bland annat om miljön och materialegenskaper, och man sänder upp sondraketer och ballonger. ESRANGE är inte den enda basen i Europas händer, men vi har i den något unikt att erbjuda eftersom inga motsvarande landområden finns på kontinenten; basen är ett av ytterst få ställen där raketer och ballonger kan landa på fast mark – inte i vatten.

GPS

GPS-systemet, där GPS står för Global Positioning System, är ett amerikanskt militärt navigationssystem som består av 28 satelliter i 12-timmarsbanor. Mottagare på jorden kan med hjälp av satelliternas utsända tids- och positionsangivelser enkelt räkna ut hur långt den befinner sig från respektive satellit, och enkel geometri ger då mottagarens exakta position på jordytan.



Nyttan med GPS realiseras inte bara i rena positionerings- och navigeringstjänster utan numera i ett stort antal funktioner i helt andra system, som hämtar information från GPS.

GALILEO

Galileo är ett europeiskt oberoende civilt navigationssystem som drivs av ESA och EU tillsammans. Systemet kommer att bestå av 30 satelliter i en bana på 23 222 km höjd. De första fyra satelliterna kommer att sändas upp 2011, ytterligare 14 är planerade fram till 2014. Främsta användningsområden väntas bli inom just säkerhet eller räddning och det blir även ett viktigt verktyg för transportsektorn, vid avancerad flygledning och för fjärrstyrning av olika slag (för att nämna några). Galileo har inte någon störningsignal (som GPS-systemet) utan har tvärtom ett inbyggt varningssystem som signalerar om något inte står rätt till. Galileo blir ett komplement till de båda navigationssystem som redan är i drift, det amerikanska GPS-systemet och det ryska Glonass-systemet, och kommer att bidra till bättre precision och ökad säkerhet.



inom ESA, och där bör Sverige som nation vara med.

Även när det gäller sondraketer och ballonger måste Europa ha förmågan att oberoende av andra göra uppsändningar. För denna typ av utrustning behöver Europa mer än den raketuppsändningsplats som nu finns i Kourou i Franska Guyana i Sydamerika. Vår svenska uppsändningsbas ESRANGE utgör ett annat europeiskt alternativ för att driva den allt viktigare oberoende rymdinfrastrukturen för Europas länder.

Om GPS, se separat faktruta, skulle stängas av skulle exempelvis logistiksystem för dagliga transporter bryta samman. Banker och börser skulle behöva stänga eftersom klockfunktionen i GPS är en förutsättning för såväl bankomater som interbank-transfereringar. En mängd funktioner som vi normalt inte tror är satellitbaserade, men som vi ser som mer eller mindre livsnödvändiga, skulle braka ihop.

På samma sätt kan man resonera runt exempelvis förmågor för kontinuerlig miljöövervakning, där systemet Global Monitoring for Environment and Security (GMES) ska vara Europas egen förmåga.

På plats på egna ben

Även de fasta installationerna i rymden måste vara tillgängliga för oss. Låt oss ta ett tydligt exempel och berätta om anledningen till att Galileo, det civila europeiska satellitsystemet för positionering, alls är under utveckling. Europa behöver nämligen säkerställa ett alternativ till det militära amerikan-

ESA – EN HÖRNSTEN I EUROPAS RYMDFRAMGÅNG

ESA:s 18 medlemsländer har gemensamt bidragit till att Europa nu har en rymdindustri som förser invånarna med telekommunikations-, väder-, klimat-, miljö- och navigationstjänster och dessutom utforskning av rymden. Den omfattar cirka 35 000 direkt anställda och omsätter runt 50 miljarder kronor per år. Utan ESA hade inte Europa haft tillgång till den infrastruktur i rymden som är en förutsättning för en mångdubbelt större tjänste- och varusektor.



EU HAR EN ÖKANDE ROLL ATT SPELA



Sedan 2003 har EU ett samarbetsavtal med ESA där målet "securing Europe's independent and cost-effective access to space" fastslås. I och med Lissabonfördraget har EU dessutom fått en större roll i att utstaka Europas framtida strategi för rymden. EU finansierar redan Galileo, Europas satellitnavigeringssystem, samt GMES, satellitsystemet för övervakning av miljö och säkerhet, och planerar för att ta en större roll i utforskningen av vårt planetsystem.

ska satellitnavigeringssystemet GPS.

Europa, liksom stora delen av världen, använder USA:s system, och GPS-funktioner har byggts in som en grundsten i många tjänster som vi använder och är beroende av

– trots att vi varken äger eller driver systemet, och trots att vi inte har någon möjlighet att påverka driften av det.

År 2025

När Europa och Sverige har vidtagit nödvändiga steg ser

vi framför oss att vi till stor del kan lita på de verktyg vi är beroende av: nästa generation europeiska bärarketer är utvecklad, Galileo är på plats och Esrange drivs som europeisk uppsändningsbas. Vi vet att vi kan fortsätta nyttja rymdens

tjänster därför att vi faktiskt själva har möjlighet att påverka driften av infrastrukturen.

Detta kommer att kunna utgöra en bas för ytterligare tjänstutveckling, och även utveckling av ytterligare rymdverktyg.

REKOMMENDATIONER

★ Öka Sveriges deltagande i Europas satsningar på en oberoende rymdinfrastruktur

Sverige kan inte klara av allt på egen hand. Europeiskt samarbete är en förutsättning för att bygga rymdinfrastruktur för de offentliga och privata tjänster vi använder. Tillgång till rymden är även en förutsättning för effektiva samhälls- och privatfunktioner och för livskvalitet utan oönskade förbehåll. Sverige behöver vara en naturlig del i detta och delta i proportion till sin BNP – både för att visa vår solidaritet med Europa, och för att vi själva vinner på en oberoende lösning.

★ Säkra ett oberoende Europa

Mänskligheten är beroende av rymdteknik och beroenden gör oss sårbara. Om Europa ska kunna hävda oberoende och integritet gentemot länder som USA, Ryssland och Kina behövs en förmåga att nå rymden. Sverige bör fortsatt delta i Europas bärarketprogram Ariane och gemensamt utveckla och producera nästa generation av bärarketer. Då behövs fortsatta satsningar inom teknologi och utveckling, både på ESA-nivå och på nationell/bilateral nivå.

★ Vidareutveckla Esrange som europeisk och regional "utvecklingsmotor"

Basen Esrange ger Europa unika uppsändningsförmågor för bl.a. forskning kring klimatet. Konkret behöver själva skjutfältet/nedslagsområdet bibehållas, en förutsättning för uppsändning av sondraketer och ballonger. Det sker bäst genom regelbunden användning – även av svenska intressen. Utvecklingen av Esrange gynnar även Norrbotten som en innovativ region inom flera branscher.

Se upp för rymdens faror

Bankomaten krånglar och mobilens GPS slutar fungera – det kan vara resultatet av rymdskrot eller rymdvädret.

En rymdlägesbild är en grundförutsättning för både rymdverksamhet och alla tjänster som är beroende av rymden.

★ Det är trångt i rymden! Rymdmiljön exploateras stadigt i takt med det växande antalet aktörer som använder rymdteknik. Satellitbanorna blir alltmer trafikerade, och risken för störningar ökar. Dessutom är rymdsystem sårbara; infrastrukturen i rymden utsätts för faror främst i form av rymdskrot och rymdväder.

Eftersom den globala ekonomin och vår moderna livsstil är beroende av fungerande kommunikation och information från infrastrukturen i rymden, måste denna naturligtvis kunna hållas intakt.

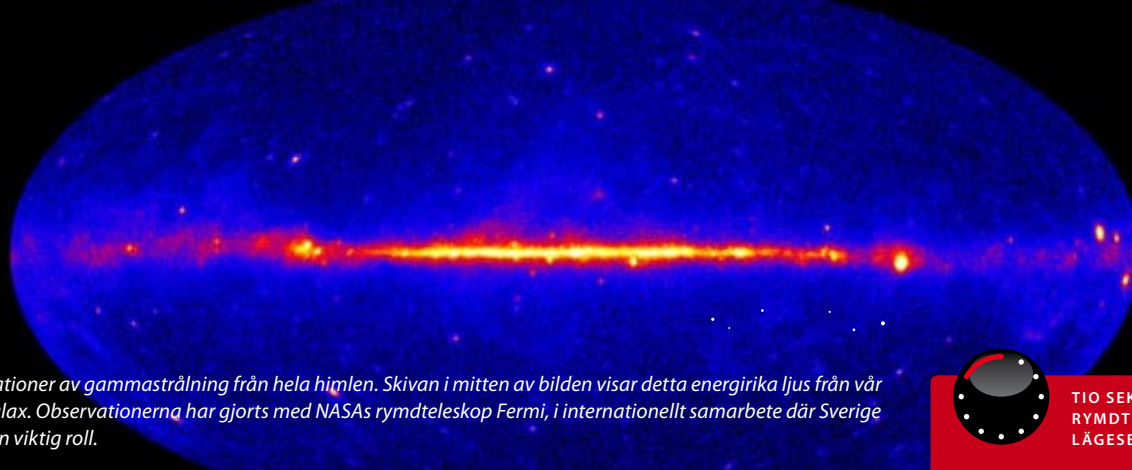
SSA

En korrekt rymdlägesbild (Space Situational Awareness, SSA) är oumbärlig för säkerställandet av ett hållbart nyttjande av infrastrukturen i rymden. Rymdlägesbilderna ger i grova drag information om hoten mot den rymdbaserade

SKROT OCH VÄDER I RYMDEN

Rymdskrot är av människan skapade föremål i rymden såsom uttjänta satelliter och bärraketsteg. Kollisioner mellan föremål i rymden sker med mycket höga hastigheter och kan därmed orsaka stora skador på rymdsystem och astronauter. I dag är rymdskrot ett av de största hoten mot resurserna i rymden och nyttjandet av rymdtjänster.

Rymdväder beskriver förhållanden i rymden, orsakade av solens aktivitet och galaktisk strålning, som påverkar jorden och dess teknologiska och biologiska system. Rymdvädersrelaterad strålning utgör en hälsorisk för människan på jorden, ombord på flygplan och i rymden, och den kan skada satelliter och system (elförsörjning och telekommunikationer) på marken.



Observationer av gammastrålning från hela himlen. Skivan i mitten av bilden visar detta energirika ljus från vår egen galax. Observationerna har gjorts med NASAs rymdteleskop Fermi, i internationellt samarbete där Sverige spelar en viktig roll.

infrastrukturen och möjliggör även upptäckt av incidenter, avsiktliga och oavsiktliga, samt vem som är ansvarig för dessa. För att övervaka rymdmiljön

används förutom markbaserade optiska teleskop och radar även likartade satellitsensorer. Den europeiska rymdorganisationen ESA betonar, liksom

EU, vikten av en rymdlägesbildförmåga för att skydda Europas rymdtillgångar. Sverige verkar aktivt i EU:s och ESA:s satsning på att ta fram en oberoende europeisk rymdlägesbildförmåga men står egentligen utanför ESA:s SSA-program.

Ett svenskt engagemang i SSA skulle stärka Sverige forskningsmässigt och industriellt, samt bidra till ett säkert och hållbart nyttjande av svenska rymdtjänster genom en korrekt rymdlägesbild.

SSA-system kan utöver rena övervakningsfunktioner även innehålla åtgärdsalternativ, för att undanröja eller minska konsekvenserna av de faror som upptäcks.

År 2025
Om 15 år har vi bra koll på



TIO SEKUNDER OM RYMDTEKNIK OCH LÄGESBILD

Tjänster från rymdsystem blir en allt vanligare del av vår vardag. Men rymdsystem är sårbara. Rymdskrot och rymdväder är globala problem som hotar nyttjandet av rymdtjänster.

Med en rymdlägesbild kan man förebygga och förhindra skador på rymdsystemen. Genom att delta i gemensamma satsningar på rymdlägesbild kan Sverige bidra till ett hållbart nyttjande av rymdtjänster.

situationen i rymden och kan vara "säkra" på att våra tjänster levereras utan avbrott. Detta eftersom vi deltar i det europeiska SSA-programmet. Och detta gör i sin tur att vi exempelvis klarar oss undan 2025 års kulminerande solaktivitetsmaximum utan relaterade skador på människor, utrustning och tjänster.

STORM PÅ SOLEN – EN OFRÄNKOMLIG VERKLIGHET

Solstormar påverkar infrastrukturen såväl i rymden som på jorden. I mars 1989 orsakade en solstorm en kollaps av hela elnätet i Quebec i Kanada varpå sex miljoner invånare blev utan el under flera timmar. I oktober 2003 ledde solens aktivitet till förlusten av den japanska klimatforsknings satelliten Midori-II.

KOLLISIONER I RYMDEN – ETT REELLT HOT

I februari 2009 kolliderade den amerikanska satelliten Iridium 33 med den ryska uttjänta satelliten Cosmos 2251 på en höjd av 790 kilometer över Sibirien. Resultat: ett gigantiskt moln av skrot som kan utgöra en fara för andra satelliter under lång tid framöver. Den svenska satellitduon PRISMA nödgades exempelvis i juli 2010 utföra en manöver, då man upptäckte att skrot från Cosmos-Iridium-kollisionen var på väg att passera satellitduon på ett riskfyllt avstånd.

REKOMMENDATIONER

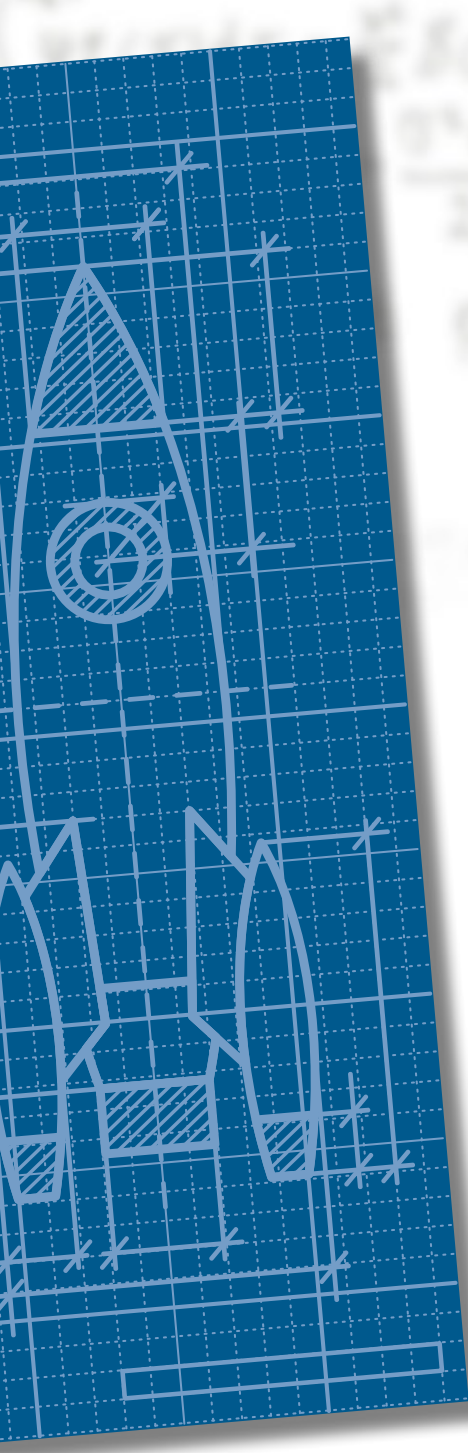
★ Nationella satsningar bidrar till en korrekt global rymdlägesbild

Rymdskrot och rymdväder är globala problem utan ägarskap vilka utgör ett hot mot infrastrukturen i rymden. Beroendet av rymdtjänster ökar och därmed även behovet av en korrekt global rymdlägesbild. Genom att aktivt delta i uppbyggnaden av en gemensam europeisk rymdövervakningsförmåga inom ramen för en nationell rymdpolitik kan vi bidra till ett säkert och hållbart nyttjande av rymdtjänster och stärka Sverige som rymdnation.

Kunskap är ingen slump

$$\frac{M_1}{M_2} = e^{v/I}$$

$$v = I \cdot \ln\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$$



Sverige vill inte konkurrera internationellt med låga löner; vi måste leva på kunskap och kompetens. Och då måste fler kvinnor och män i Sverige behärska naturvetenskap och teknik. Fascinationen för rymden är en unikt bra ingång – vi bör utnyttja kraften i att rymden lockar barn och ungdomar.

★ Sverige är världsledande inom vissa rymdområden: vi bygger egna satelliter; vi vinner tävlingar om att bygga vetenskapliga instrument till stora internationella rymdprojekt; vi leder internationella grupper av forskare; vi publicerar vetenskapliga resultat i ledande internationella tidskrifter.

Vi är med där det händer, men vi är inte där av en slump.

Vissa garantier måste ges av den som vill vara med i internationella rymdprojekt.

Beställare satsar inte på osäkra kort, helt enkelt på grund av att det är stora monetära satsningar med långa utvecklingstider.

Säkerheten i de svenska korten ligger i att svenska forskare har kunskap, och att vi bidrar med instrument som redan varit testade i rymden på svenska satelliter. Vidareutvecklade instrument finns på farkoster från bland annat Europa, USA, Japan och Indien. Vi flyger

med världens stora rymdorganisationer – eftersom vi har de bästa forskarna och den bästa utrustningen. Vi klarar det som är svårt.

Svårt är nödvändigt

Att behärska det som är svårt är ett självändamål. Vi måste helt enkelt ha något att erbjuda för att komma i fråga för internationella samarbeten – något att "byta in oss" med. Vi måste

också kunna förstå svåra saker som någon annan har gjort; dels för att

överhuvudtaget få tillgång till stor mängd kunskap och teknologi, dels för att vara kompetenta inköpare och dels för att leda konsortier där andra fungerar som underleverantörer.

Att klara av det svåra är något vi måste se till att även kommande generationer gör. Återväxten behöver säkras – fler människor behöver lockas till att välja naturvetenskapliga och tekniska utbildningar och



TIO SEKUNDER OM
RYMDTEKNIK OCH
KUNSKAP

Sverige är världsledande inom vissa rymdområden. Vi flyger med världens stora rymdorganisationer – eftersom vi har de bästa forskarna och den bästa utrustningen.

För att inte halka efter måste fler kvinnor och män lockas till att välja naturvetenskapliga och tekniska utbildningar och yrkesbanor.

Satsningar på snabba gemensamma projekt mellan universitet/högskolor och företag kan ge direkt koppling till utbildning och annan, icke rymd-orienterad, teknikutveckling.

Sverige vinner på att stimulera barn till att intressera sig för naturvetenskap och teknik. Då är rymden ett spännande hjälpmedel.

yrkesbanor. Rymdområdet har, med sin inbyggda svårighetsgrad och med det faktum att rymden i alla tider upplevts som spännande och lockande, utmärkta förutsättningar att agera inropare för denna nödvändiga återväxt. Alla ska inte bli rymdforskare – men alla har rätt att bli fascinerade, och alla ska ha möjligheten lära sig förstå svåra och komplexa sammanhang.



Den svenska nanosatelliten Munin före uppsändning, i kalibreringslaboratoriet på Institutet för rymdfysik.

Genom att delta i internationella samarbetsprojekt har Sverige de senaste åren sänt vetenskapliga instrument till banor runt jorden, månen, Mars, Venus och Saturnus. Våra instrument ska år 2014 nå en komet, de ska till

Merkurius, och vi vill skicka dem till banor runt Jupiter och solen. De undersöker bland annat hur solvinden nöter bort atmosfären från olika planeter och därmed förändrar klimatet och förutsättningarna för liv.



Rymdens attraktionskraft är viktig både för universitetens och högskolornas nyfikenhetsforskning och för den mer produktrelaterade forskning vi brukar kalla innovation, som sker inom både universitet/högskolor och företag.

Öar av kunskap och kompetens

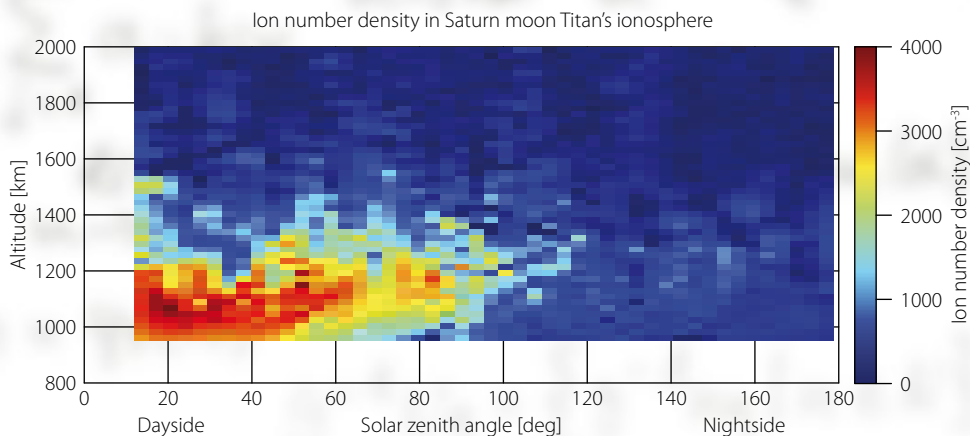
I Sverige är den rymdforskningsrelaterade kompetensen koncentrerad till ”öar” med grupper av rymdexperter. Många av dessa öar koncentrerar sig på nyfikenhetsrelaterad forskning, medan andra är inriktade på innovation. Akademiska forskare och ingenjörer samarbetar både inom och mellan grupperna.

En uppdelning i denna typ av öar kan vara en styrka – om situationen hanteras på rätt sätt. Sveriges konkurrenskraft ligger bland annat i snabbhet i beslut och minimal byråkrati, nära kontakt inom och mellan vetenskaps- och teknikområden, och snabb direkt koppling till utbildning och teknikutveckling. Vi måste utnyttja fördelarna med att vara duktig och liten.

Snabba gemensamma projekt mellan universitet/högskolor och företag kan ge direkt koppling till utbildning och annan, icke rymdorienterad, teknikutveckling. Rymdmiljön ställer höga krav, vilket ger hög kvalitet. Detta kan ge Sverige



Viking, sveriges första satellit, sändes upp 1986. Andra svenska forsknings satelliter har varit Freja, Astrid 1 och 2, Munin, Odin, Mango och Tango samt SMART-1 – Europas första månsond, byggd i Sverige.



Mätningar av jondensitet med ett svenskt instrument på rymdfarkosten Cassini nära Saturnus måne Titan. Densiteten varierar med höjd över månytan, och med vinkel mot solen (dag till vänster i bilden, natt till höger). Atmosfären på Titan liknar på flera sätt omgivningen av den tidiga jorden, innan den förändrades av levande organismer.

ledningen av internationella projekt, som ger kunskap och teknik tillbaka till Sverige.

Kunskap sluter cirkeln
Kunskap är inte bara en

förutsättning för rymdverksamhet, utan också ett resultat av den. Många av de satelliter vi skickar upp, efter årtal av kunskapsframtagning, har ett uppdrag att förse oss med ny

kunskap – som vi inte kan få tag i på annat sätt. Rymdtekniken och rymdverksamheten ger oss ständigt nya insikter och ökad förståelse om hur saker hänger ihop. Den utveck-

lingen ska vi förstärka.

Men det är inte bara kunskap på forskarnivå som trillar ut. Den generella kunskapsnivån i samhället höjs. Det förser svenska politiker med egen kunskap och pålitliga rådgivare vid förhandlingar med företag och andra länder.

År 2025

När vi tittar framåt ser vi att Sverige, med rätt åtgärder vidtagna, är en forskningsnation av högsta rang. Vi nyttjar våra nationella fördelar i form av korta beslutsvägar och hög kompetens, och vi plockar därigenom ledande positioner i internationella utvecklingsprojekt. Inom undervisningen används rymden brett, från förskola till universitet.

Rymdområdet med dess karaktär av ”svårt och spännande” är en manifestation av landets ambition att vara spetskompetent – ett skyltfönster för Sverige.

REKOMMENDATIONER

★ Skapa förutsättningar för forskning och utbildning av högsta internationella klass

Landet som delar ut Nobelpriset måste ha egen trovärdighet. Samtidigt som forskning och utbildning är en förutsättning för vårt deltagande i internationella samarbeten. Vi föreslår att Sverige satsar för att utveckla nästa generation vetenskapliga instrument för att utforska rymden. Vi har idéerna och står på en mycket bra grund. En nationell långsiktig rymdpolitik ger forskare i Sverige möjlighet att leda utvecklingen och ger studenter direktkontakt med forskning.

★ Säkra framtiden inom naturvetenskap

Alltför få unga väljer att utbilda sig inom naturvetenskap och utan återväxt inom dessa ämnen vet andra mer och kan konkurrera ut Sverige. Rymdområdet fascinerar barn och ungdomar och en synlig svensk forskning ger oss möjligheter att locka unga till naturvetenskap och teknik. Det behövs fler projekt med rymdinslag riktade mot skolor, högskolor och universitet. En nationell långsiktig rymdpolitik gör samordnade satsningar över hela kunskapsområdet möjliga.

★ Stöd innovation och förnyelse i företagen

Små och medelstora företag har inte tillräckliga egna resurser för avancerad forskning och utveckling. Vi föreslår att universitet/högskola och företag forskar om och gemensamt utvecklar rymdteknik för satelliter och vetenskapliga instrument. Detta är ett lämpligt område för snabba gemensamma projekt, med höga krav. En nationell långsiktig rymdpolitik möjliggör gemensamma satsningar i samarbete mellan universitet/högskola och företag.

FÖRKLARINGAR

- ESA** European Space Agency, Europeiska rymdorganisationen
- EUMETSAT** European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites, Europeiska organisationen för utnyttjande av meteorologiska satelliter
- Galileo** Europeiskt satellitsystem för positionering
- GEO** Global Earth Observation, internationell organisation för jordobservation
- GOSS** Global Earth Observation System of Systems, ett system av system för jordobservation
- GPS** Global Positioning System, amerikanskt satellitsystemet för positionering
- GMES** Global Monitoring for Environment and Security, gemensamt initiativ mellan ESA och EU för att stimulera användning av satellitdata inom olika tillämpningsområden
- SPA** Space Plug-and-Play Avionics, standard för satellitbyggande
- SSA** Space Situational Awareness ,rymdlägesbild
- TRL** Technology Readiness Level, teknikmognad, ett sätt att placera forskning på en skala från idé till produkt





ARBETSGRUPP


Christer Andersson **FOI**
 Mats André **IRFU**
 Marta-Lena Antti **LTU**
 Eva Bernhardsdotter **FOI**
 Fredrik Bruhn **ÅAC Microtec**
 Ella Carlsson **Försvarsmakten**
 Lars Eliasson **IRF**
 Ted Fjällman **IVA**
 Kerstin Fredga
 Sven Grahn **SSC**
 Hans Hansson **Swerea SICOMP**
 Jörgen Hartnor **Metria**
 Petrus Hyvönen **SSC**
 Lars Höstbeck **FOI**
 Martin Kores **Omnisys Instruments**
 Robert Limmergård **Volvo Aero**
 Anders Lind **RUAG Space**
 René Liseau **Chalmers**
 Bo Lithner **FRA**
 Karin Nilsson **Progressum**
 Rickard Nordenberg **FMV**
 Benny Norling **SES-Sirius**
 Giérth Olsson **SSC**
 Jörgen Olsson **STARCS**
 Ulf Palmnäs **Volvo Aero**
 Mark Pearce **KTH**
 Teresita Qvarnström **ACROST**
 Anna Rathsman **SSC**
 Gerhard Schwarz **SGU**
 Mikael Tjernlund **STARCS**
 Erik Willén **Metria**

STYRGRUPP

Ulf Berg **Exportrådet**
 Lars Eliasson **IRF**
 Martin Kores **Omnisys Instruments**
 Bengt Mörtberg **RUAG Space/SAI**
 Stefan Nilsson **SMHI**
 Mats Olofsson **Försvarsmakten**

REDAKTÖR/FORMGIVARE

Gunnar Linn **LinnSideOut**



ETT INSPEL TILL EN NATIONELL RYMDAGENDA
FRÅN FÖRETAG, INSTITUT OCH UNIVERSITET/HÖGSKOLA
INOM DEN SVENSKA RYMDSEKTORN.

MED REKOMMENDATIONER OM HUR VI TILLSAMMANS
UTFORMAR OCH VÄSSAR SVENSK RYMDVERKSAMHET.

