

A night sky with the Milky Way galaxy visible, silhouettes of trees in the foreground, and a dark background.

PROGRAMUTVÄRDERING NATIONELLT RYMDTEKNISKT FORSKNINGSPROGRAM

Juni 2021

SAMMANFATTNING

Nationellt rymdtekniskt forskningsprogram (NRFP) är ett fyraårigt program som genomförts i fyra omgångar sedan 2007. NRFP syftar till att stärka forskningssamverkan på det rymdtekniska området mellan näringsliv och forskningsinstitutioner för att främja relevans och kvalitet i rymdrelaterad forskning samt bidra till industrins kunskapsutveckling, kompetensförsörjning och konkurrenskraft.

NRFP grundar sig på ett avtal mellan Rymdstyrelsen och företagen GKN Aerospace AB, OHB Sweden AB, RUAG Space AB, samt Svenska Rymdaktiebolaget. Den statliga finansieringen inom programmet genom Rymdstyrelsen är avsedd för utbetalningar till forskningsinstitutionerna medan industriparterna åtagit sig att lämna ett finansieringsstöd i samma utsträckning som staten, i första hand som kostnader för egen arbetsinsats.

Sedan starten har NRFP finansierat forsknings- och innovationsverksamhet för 203 miljoner kronor fördelat på 75 projekt, varav de offentliga medlen utgjort 100 miljoner kronor.

I december 2020 fick Ramboll Management Consulting AB (Ramboll) i uppdrag av Rymdstyrelsen att utvärdera NRFP avseende programmets genomförande, resultat och effekter. Utvärderingen bygger på intervjuer med deltagande företag, akademi och Rymdstyrelsen, en portföljsanalys av projektansökningar och slutrapporter, samt enkäter dels till projektledare från akademi och företag dels till forskarstuderande som fått finansiering från programmet. Nedan presenteras våra samlade slutsatser av programmet.

NRFP har genomförts i linje med vad som avses med programmet

Programavtalet för NRFP reglerar inriktning för, och finansiering av de aktiviteter som bedrivs inom programmet avseende teknikområde och omfattning. Utvärderingen visar att programmet följer den avtalsenliga medfinansieringsgraden för industrin liksom fördelningen av projektmedel mellan utpekade teknikområden i underliggande avtal.

Motsvarande projekt hade sannolikt ej skett i frånvaro av NRFP

Ramboll bedömer att motsvarande projekt som skett inom NRFP ej hade varit möjliga att genomföra utan finansiering från programmet. Detta bedöms i första hand bero på begränsade ekonomiska utrymmen hos företagen för att själva finansiera osäkra FoU-projekt i samverkan med akademien för tekniker som ligger långt från tillämpning.

NRFP har bidragit till nya samverkansrelationer mellan företag och akademi som upprätthålls av programfinansieringen

Samtliga projekt inom NRFP måste inkludera en industriell part och en forskningsaktör. Sammantaget samverkar företagen med flera olika lärosäten, samtidigt som det finns en tydlig koncentration av samarbeten mellan somliga företag och lärosäten. Samverkansprojekten sker i stort utsträckning med forskare från discipliner som i huvudsak ej har rymd som primärt fokus. Istället handlar det om att testa tekniska lösningar från andra discipliner och applicera dessa på de unika förhållanden som gäller för rymden. Projektledarna uppger att projekten i första hand bidragit till att skapa nya/utökade samarbetsrelationer. De kontaktytor som skapats genom NRFP kräver dock fortsatt finansiering från programmet för att upprätthållas.

Från företagens perspektiv har NRFP flera fördelar relativt andra program

De främsta anledningarna bakom företagens deltagande i NRFP uppges vara möjligheten att bedriva för företagen relevant samverkansforskning med akademien. I förhållande till andra FoU-program uppfattas NRFP som särskilt attraktivt då det präglas av en mycket begränsad administrativ börda, är effektivt i sitt genomförande och helt utgår ifrån företagets behov. NRFP möjliggör för företagen att med statligt stöd växla upp sina egna (och ansträngda) medel för FoU genom samverkansprojekt med akademien.

Få av de som fått forskarstudier finansierade av NRFP arbetar idag inom rymdindustrin

De forskare som genomför en stor del av projektarbetet är ofta i början av sin forskarkarriär, vanligtvis doktorander eller licentiater. NRFP har bidragit med finansiering för genomförande av forskarutbildning för uppskattningsvis 40 personer. Drygt hälften av dessa har besvarat Rambolls enkät. Bland dessa uppger knappt 60 procent att möjligheten till finansiering från NRFP påverkat deras forskningsinriktning. Störst andel hade akademien som sin första huvudsakliga arbetsgivare efter avslutade studier. NRFP har därmed haft en begränsad effekt på tillskottet av forskarutbildad personal som idag arbetar inom rymdindustrin – totalt rör det sig om en handfull personer. Samtidigt bedöms inte behovet av sådan spetskompetens vara stor hos företagen, trots att en betydande andel av NRFP:s budget går till att finansiera forskarstudier.

NRFP har bidragit till ny kunskap som främst sprids av akademien

NRFP har totalt bidragit till att finansiera forskning för knappt 100 miljoner kronor vid svenska lärosäten, och en lika hög summa inom industrin genom sina egna bidrag. Ramboll bedömer att NRFP har bidragit till ett betydande kunskapsmaterial om rymdrelaterade frågeställningar. Erfarenheter och resultat från projekten dokumenteras och publiceras i slutrapporter och olika former av vetenskapliga publikationer för andra att ta del av. De slutrapporter som produceras av projekten är dock svårtillgängliga, ofta otydliga och begränsade av sekretess för enskilda företagsrelevanta delar.

NRFP har stärkt företagets förmågor snarare än resulterat i nya produktinnovationer

Den absolut största andelen utvecklingsinsatser som initierats genom NRFP befinner sig fortfarande i ett stadie av utforskande och verifiering av tekniska möjligheter. Effekterna från NRFP ligger snarare i att ha skapat och upprätthållit nya samarbeten mellan industri och akademi. Vidare har NRFP bidragit med en kompetensutveckling av deltagande företag och individer från akademien, ofta från andra discipliner än rymd. Kunskap från NRFP-projekt har även omsatts i deltagande företag genom nya projekt både nationellt och inom ESA. För akademien har det i flera fall bidragit till forskningsansökningar till andra forskningsfinansierare och i nya rapporter, publiceringar, m.m. Den kanske största effekten från NRFP är stärkt kapacitet för deltagande företag att i nästa led vara mer konkurrenskraftiga i att söka och delta i ESA-projekt. NRFP stärker därmed industrins förmåga att initiera nya produktutvecklingsprojekt inom andra program.

Styrning och hantering av NRFP fungerar överlag bra och är mycket effektivt

NRFP är ett program som genomförts under en längre tid. Detta till trots har få större förändringar skett i hur programmet styrs och genomförs. Samtidigt är projektledarna generellt sett mycket nöjda med programmets struktur och hur Rymdstyrelsen hanterar programmet. Majoriteten av projektledare uppger att de i hög eller mycket hög grad upplevt att stöd i samband med ansökan och rapportering av projektet varit ändamålsenligt, samt att rapporteringskraven varit rimliga och relevanta och att projektansökningsprocessen varit effektiv. För NRFP kan vi konstatera att effektiviteten är mycket hög. Detta sker som följd av att det exempelvis inte finns några öppna utlysningar och därmed inga externa granskningsgrupper för inkommande projektförslag. Beslut och hantering av projekt tas i istället av ett beslutande organ med representanter från Rymdstyrelsen, Vinnova och deltagande företag.

Målstrukturen för NRFP är underutvecklad och försvårar för bedömningar av programmets effektivitet i förhållande till mål

I korthet bedömer Ramboll att NRFP genomförs i linje med vad som avses med programmet och att det i stort bidrar till den typ av effekter som framgår av programlogiken. Samtidigt behövs fler tydliga uppföljningsmål snarare än effektmål för att bedöma om detta skett på ett effektivt sätt. Med andra ord saknas normvärden för prestationer och effekter på kort sikt. Detta kan exempelvis handla om hur många doktorander som ska utbildas med stöd från NRFP i förhållande till behov.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Inledning	2
1.1	Om utvärderingen	2
1.2	Guide till rapportens struktur och innehåll	3
2.	Genomförande av utvärderingen	4
2.1	Utvärderingen utgår ifrån programlogiken	4
2.2	Flera olika metoder används för datainsamling och analys	4
3.	Beskrivning av vad NRFP ska bidra till och hur	5
3.1	Bakgrund till NRFP	5
3.2	Programlogik NRFP	5
3.3	NRFP i ett historiskt och näringspolitiskt perspektiv	7
3.4	Beskrivning av rymdindustrin i Sverige och globalt	9
4.	Genomförande och utfall av NRFP	12
4.1	Genomförda aktiviteter inom programmet	12
4.2	Utfall från genomförda aktiviteter	21
5.	Effekter av NRFP på kort och lång sikt	26
5.1	Effekter på kort sikt för industri och akademi	26
5.2	Bidrag till effekter på lång sikt	32
6.	Bedömning av programmets styrning och arbetssätt	38
7.	Samlad bedömning av NRFP i förhållande till programlogiken	41
8.	Slutsatser	43
9.	Rekommendationer	45

Bilaga 1

Metodbeskrivning

FÖRKORTNINGAR I RAPPORTEN

BO	Beslutande organ inom NRFP
BTH	Blekinge Tekniska Högskola
CTH	Chalmers Tekniska Högskola
ESA	European Space Agency
GKN	GKN Aerospace Sweden AB
HV	Högskolan Väst
IRF	Institutet för rymdfysik
KTH	Kungliga Tekniska Högskolan
LiU	Linköpings universitet
LTH	Lunds Tekniska Högskola
LTU	Luleå Tekniska Universitet
LU	Lunds universitet
MaU	Malmö universitet
NRFP	Nationellt rymdtekniskt forskningsprogram
OHB	OHB Sweden AB
RUAG	RUAG Space AB
STU	Styrelsen för Teknisk Utveckling
SSC	Svenska Rymdaktiebolaget
TRL	Technology Readiness Level
UU	Uppsala universitet

För institut som idag ingår i RISE har vi genomgående använt det bolagsnamn som gällde vid tiden för deltagande i NRFP.

1. INLEDNING

Den globala rymdindustrin befinner sig i ett skede av stark förnyelse där rymdrelaterad verksamhet finner alltfler tillämpningsområden. Offentlig och privat finansierad rymdverksamhet spås en kraftig tillväxt de kommande decennierna.¹ Sverige har goda förutsättningar att hävda sig i den globala konkurrensen genom närvaron av framstående industribolag, rymdbasen Esrange och stark rymdrelaterad forskning vid flera av våra lärosäten.²

Nationellt rymdtekniskt forskningsprogram (NRFP) är ett fyraårigt program som syftar till att stärka samverkan mellan forskning, näringsliv och statliga myndigheter inom det rymdtekniska området. Programmet har genomförts i fyra omgångar. Den första omgången genomfördes mellan 2007–2010 och den nu pågående fjärde omgången är uppdelad i två delar omfattande 2 + 2 år, 2019–2020 och 2021–2022. Syftet för den fjärde omgången är att stärka forskningssamverkan på det rymdtekniska området mellan näringsliv och forskningsinstitutioner för att främja relevans och kvalitet i rymdrelaterad forskning samt bidra till industrins kunskapsutveckling, kompetensförsörjning och konkurrenskraft. Programmet skall leda till effektivare nyttiggöranden av forskningsresultaten, ett fördjupat samspel mellan olika forskningsinstitutioner samt öka möjligheterna till branschöverskridande forsknings- och utvecklingsprojekt. Syftet är snarlikt det som gäller för tidigare omgångar av programmet. Programmet ska inriktas på områden som prioriteras i Rymdstyrelsens strategi avseende olika teknikområden.

Programmet grundar sig på ett avtal mellan Rymdstyrelsen och företagen GKN Aerospace AB, OHB Sweden AB, RUAG Space AB, samt Svenska Rymdaktiebolaget (SSC). Vinnova bidrar med en samverkande funktion genom deltagande i programmets beslutande organ. I de projekt som finansieras av NRFP medverkar både rymdindustrin och forskningsinstitutioner. Den statliga finansieringen inom programmet är avsedd för utbetalningar till forskningsinstitutionerna medan industriparterna åtagit sig att lämna ett finansieringsstöd i samma utsträckning som staten, i första hand som kostnader för egen arbetsinsats.

Sedan starten har NRFP finansierat forsknings- och innovationsverksamhet för 203 miljoner kronor fördelat på 75 projekt över fyra programomgångar, varav de offentliga medlen utgör 100 miljoner kronor.

1.1 Om utvärderingen

I december 2020 fick Ramboll Management Consulting AB (Ramboll) i uppdrag av Rymdstyrelsen att utvärdera NRFP. Utvärderingen fokuserar på omgång två till fyra (del 1) av programmet (2011–2020).

Utvärderingen belyser tre centrala frågeställningar.

1. Vilken betydelse har NRFP haft för konkurrenskraften hos deltagande industri och forskningsinstitutioner på kort och lång sikt?
2. Har NRFP bidragit till att skapa en stark forsknings- och innovationsmiljö inom rymdteknik i Sverige och i så fall på vilket sätt?
3. Belysning av bidragsprogrammets arbetssätt i förhållande till uppsatta mål och riktlinjer, inklusive styrkor och svagheter, samt förbättringsförslag.

Utvärderingen har letts av Johannes Henriksson (Ramboll) och genomförts tillsammans med Erik Joachimsson och Hulda Hardardottir (Ramboll) och Olof Hallonsten (LU). Kontaktperson för utvärderingen hos Rymdstyrelsen har varit Björn Lovén.

¹ Se ex. Morgan Stanley (2020). Space: Investing in the Final Frontier

² Dagens industri (2021). Debatt: Näringslivet frontar den nya kapplöpningen i rymden. (12 feb 2021)

1.2 Guide till rapportens struktur och innehåll

Kapitel 2 presenterar hur Ramboll gått till väga för att besvara utvärderingsfrågorna och de metoder och datakällor som använts.

Kapitel 3 presenterar en programlogik som beskriver vad NRFP ska bidra till och på vilket sätt. Kapitlet belyser även NRFP i ett historiskt och näringspolitiskt perspektiv.

Kapitel 4 och 5 presenterar Rambolls bedömning av NRFP:s genomförande och effekt i förhållande till programlogiken.

Kapitel 6 presenterar Rambolls bedömning av programmets styrning och arbetsätt.

Kapitel 7 presenterar en samlad bedömning av NRFP i förhållande till programlogiken

Kapitel 8 presenterar våra huvudsakliga slutsatser i förhållande till utvärderingsfrågorna.

Kapitel 9 presenterar de rekommendationer som följer av Rambolls analys.

2. GENOMFÖRANDE AV UTVÄRDERINGEN

Detta kapitel presenterar den metodologiska ansats som utvärderingen av NRFP vilar på. Kapitlet beskriver även de metoder som har använts för datainsamlingen.

2.1 Utvärderingen utgår ifrån programlogiken

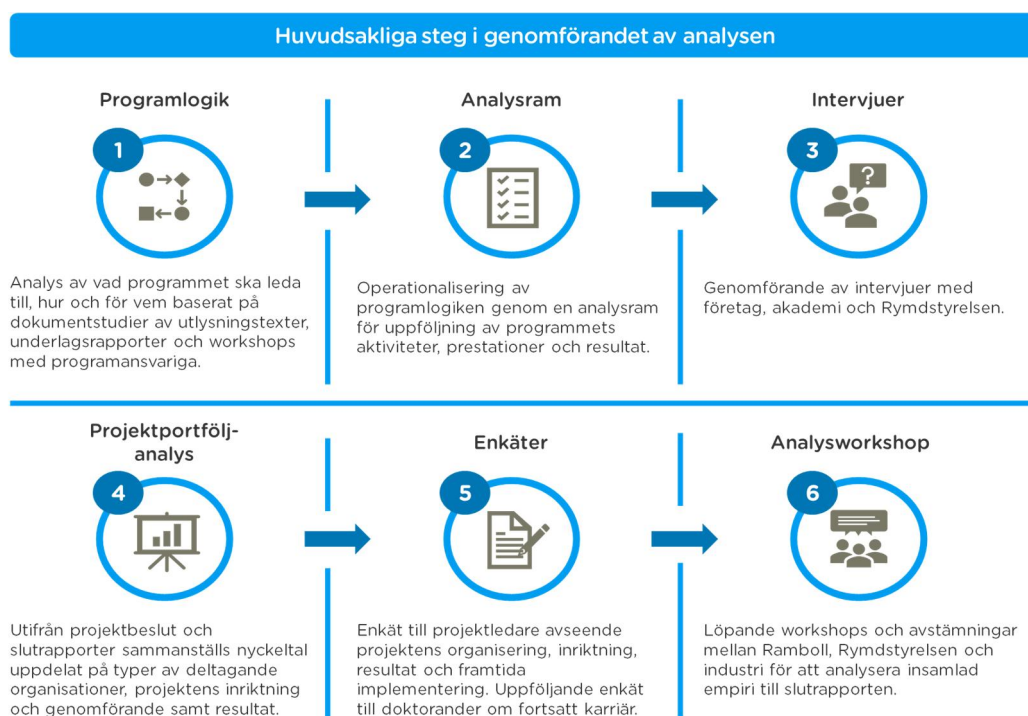
Ramboll utgår ifrån en så kallad teoribaserad ansats för att bedöma NRFPs genomförande och effekt. Detta innebär att vi har konstruerat en idealmodell som beskriver vad programmet ska leda till (vilka effekter), hur de ska leda till dessa effekter och för vem. Programlogiken beskriver insatsens målhierarki och skapar grund för att mäta resultat och effekter. Utifrån denna teoretiska bild över vad programmet är tänkt att genomföra och uppnå kan vi föra kvalificerade resonemang om hur programmet bidrar till att nå de uppsatta målen. Vi kan föra dessa resonemang även om det i praktiken är svårt att belägga orsakssambanden mellan aktiviteter och effekter. Det finns sannolikt inget NRFP-projekt vars effekt har uppstått isolerat från interna utvecklingsprocesser hos företagen eller det utvecklingsarbete som har skett i tidigare projekt inom NRFP eller andra program och samverkansmiljöer. Det beror bland annat på att resultat från ett FoU-projekt i regel går in i nya satsningar och kombineras med kunskaper från andra projekt

Vi utgår exempelvis ifrån att starka forskningsmiljöer som involverar företag, akademi, myndigheter och institut även bidrar till att stärka företagets konkurrenskraft. Om vi i utvärderingen kan belägga att programmets insatser har bidragit till att skapa sådana miljöer, då antar vi även att programmet stärker företagets konkurrenskraft, trots att vi inte kan mäta och isolera det direkta sambandet däremellan. På samma sätt kan vi göra ett antagande om ett motsatt förhållande. Det innebär att vi kan anta att de avsedda effekterna troligtvis inte uppstår som följd av programmet om vi inte kan fastställa att programmet har bidragit till starka forskningsmiljöer.

2.2 Flera olika metoder används för datainsamling och analys

Utvärderingen av NRFP-programmet grundar sig på såväl primär- som sekundärdata som analyseras utifrån den analysram som styr uppdragets datainsamling. Olika metoder och underlag har använts för att besvara olika utvärderingsfrågor. Vilken metod som används för olika frågor presenteras i analysramen. De källor och analysmetoder som används för utvärderingens olika steg illustreras i figur 2 och beskrivs närmre i Bilaga 1.

Figur 1 Genomförande av utvärderingen



3. BESKRIVNING AV VAD NRFP SKA BIDRA TILL OCH HUR

Detta kapitel beskriver vad NRFP ska bidra till och hur detta ska gå till. I kapitlet presenteras en programlogik för NRFP som Ramboll tagit fram baserat på dokumentstudier av underliggande programavtal samt workshop med representanter för deltagande företag i NRFP och Rymdstyrelsen.

3.1 Bakgrund till NRFP³

I juni 2004 presenterade regeringen innovationsstrategin *Innovativa Sverige – en strategi för tillväxt genom förnyelse*⁴ och i regeringsförklaringen i september samma år bjöd statsministern in till branschsamtal som så småningom resulterade i sex branschstrategier. Branschstrategin *Flyg- och rymdindustrin – en del av Innovativa Sverige* lades fram i januari 2005 och innehöll ett förslag på en åtgärd för att utveckla samspelet mellan stat, näringsliv och forskning genom att inrätta ett nationellt rymdtekniskt forskningsprogram (NRFP) uppbyggt kring ett samarbete mellan forskning, näringsliv och statliga myndigheter efter liknande principer som gäller för det nationella flygtekniska forskningsprogrammet (NFFP).

Regeringsuppdraget att utforma och genomföra NRFP gavs i juni 2006. Programmet "ska stärka forskningssamverkan på det rymdtekniska området mellan näringsliv, universitet, högskolor och forskningsinstitut. Forskningsprojekten ska främja relevans och kvalitet i forskningen samt bidra till industrins kunskapsutveckling och konkurrenskraft." Den statliga finansieringen fastställdes till 22 miljoner kronor för perioden 2006–2010 under förutsättning att industriparterna bidrar med lika mycket i form av naturinsatser (eget arbete) eller kontanta insatser. Den statliga finansieringen ska gå till högskolor, universitet och forskningsinstitut.⁵ Grundprincipen är att programmet ska inriktas på sådana områden som är definierade som prioriterade i Rymdstyrelsens strategi. Dessa områden omnämns i avtalet, med angivande av eftersträvarade procentsatser totalt för hela avtalsperioden. NRFPs programstyrelse (kallad beslutande organ, BO), sammanträdde för första gången i maj 2007 och fattade då beslut om att bevilja de första projekten finansiering.

3.2 Programlogik NRFP

I avtalet för NRFP 4 – del 1 anges att syftet med programmet är att stärka forskningssamverkan på det rymdtekniska området mellan näringsliv och forskningsinstitutioner. Forskningsprojekten ska främja relevans och kvalitet i rymdrelaterad forskning samt bidra till industrins kunskapsutveckling, kompetensförsörjning och konkurrenskraft. Programmet skall leda till effektivare nyttiggöranden av forskningsresultaten, fördjupat samspel mellan olika forskningsinstitutioner samt öka möjligheterna till branschöverskridande forsknings- och utvecklingsprogram.

Ramboll sammanfattar de antaganden och syften som motiverar NRFP i följande resonemang.

1. På grund av begränsade ekonomiska förutsättningar avstår svensk rymdindustri från att investera tillräckligt med kapital eller initiera samverkan med lärosäten eller andra företag för långsiktig eller riskfylld forskning, trots potentiellt stora vinster för företag och samhälle.
2. NRFP bidrar genom finansiering och en plattform för att i samverkan driva projekt till att öka omfattningen av rymdrelevant forskning inom industrin och även till att akademisk forskning får upp ögonen för rymdrelaterade frågor och förutsättningar.
3. De genomförda projekten bidrar till ökad kunskap och kompetens, nya nätverk samt en bättre förmåga för industrin att ta vara på akademisk forskning för att utveckla nya processer, produkter eller tjänster, antingen direkt till marknad eller genom deltagande i europeiska program.

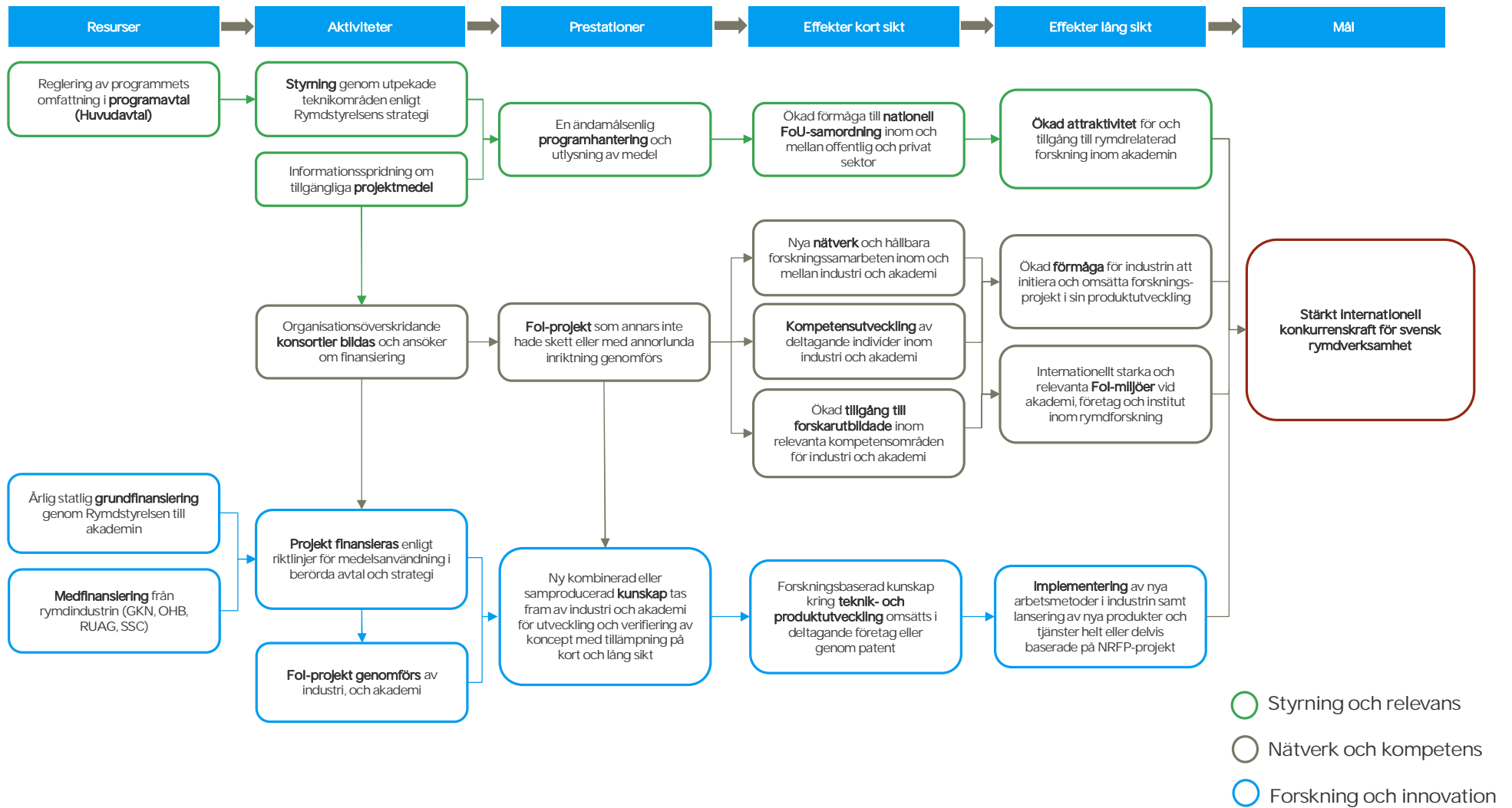
³ Beskrivningen grundar sig på den som angavs i halvtidsutvärderingen av NRFP. Se Technopolis (2010). Halvtidsutvärdering av Nationellt rymdtekniskt forskningsprogram (NRFP).

⁴ "Innovativa Sverige – en strategi för tillväxt genom förnyelse", Ds 2004:36, juni 2004.

⁵ "Uppdrag att utforma och genomföra ett nationellt rymdtekniskt forskningsprogram – ett led i genomförandet av strategiprogrammet för flyg- och rymdindustrin", N2006/4290/ITFOU, N2005/9873/ITFOU, N2005/9748/ITFOU.

I samråd med Rymdstyrelsen och industrin har Ramboll tagit fram en *programlogik* för att förtydliga vad NRFP avser att bidra till och på vilket sätt programmet avser att detta ska ske. Programlogiken visar de grundläggande antaganden som fungerar som villkor för att effekter ska uppstå i nästa led (figur 3). Figuren kan läsas både horisontellt och vertikalt. Varje "box" visar en kategori av förväntade aktiviteter, prestationer och effekter inom programmet. *Aktiviteter* är de konkreta insatser som måste genomföras för att nå önskade *prestationer*. *Effekter på kort sikt* är de förändringar som sker i direkt anslutning till programmet och som programmet till stor del har kontroll över. *Effekter på lång sikt* påverkas i större utsträckning av faktorer som helt eller delvis ligger utanför programmets kontroll.

Figur 3 Översiktlig programlogik för NRFP



3.3 NRFP i ett historiskt och näringspolitiskt perspektiv

Ändamålsenlig effektutvärdering av forsknings- och innovationsprogram förutsätter i många fall att man placerar in programmens karaktär och struktur i ett större sammanhang och gör historiska och internationella jämförelser. NRFP är ett relativt nytt program, men Rymdstyrelsens verksamhet har rötter tillbaka minst femtio år, till bildandet av Rymdkommittén (1962) och etablerandet av rymdbasen Esrange (1964–66).⁶ Svensk rymdverksamhet började alltså i en tid då forskningspolitiken såg radikalt annorlunda ut än den gör idag. Till att börja med är *innovation*, som politiskt begrepp och i myndighetsarbete, ett relativt nytt fenomen. Det var först under 1990-talet som det vann insteg i forsknings- och industripolitiken och accelererades av strukturomvandlingarna på 90-talet, EU-inträdet och avregleringarna av en rad verksamheter i offentlig sektor. Tidigare talades nästan uteslutande om forskningspolitik, industripolitik (eller näringspolitik), och utbildningspolitik, och de tre var bara delvis sammankopplade på nationell nivå.

FÖRKRIGSTIDEN PRÄGLADES AV ÖKAD SAMVERKAN MELLAN STAT OCH NÄRINGS-LIV

Före andra världskriget föreföll de statliga anslagen till forskning vid universitet och institut i Sverige uppfattas mer som en belastning på statsbudgeten än som ett verktyg för social och ekonomisk utveckling.⁷ Det var först i och med de vetenskapliga och tekniska styrkedemonstrationerna under kriget, som innefattade flera internationella genombrott på medicinska, materialtekniska, militärteknologiska, och energirelaterade områden, som forskning och teknisk utveckling kom att betraktas som en resurs av regeringar och deras myndigheter. Detta innefattar i högsta grad Sverige, där perioden omedelbart efter kriget karaktäriserades av en reformiver på flera områden, inklusive inte minst forskningspolitiken och industripolitiken. Parallellt med att de statliga anslagen till universiteten ökade, inrättades flera forskningsråd med ansvar för grundforskning, och industriforskningsinstitut med tillämpningsnära fokus. De sistnämnda tillkom också i en anda av korporativism, protektionism, och kollektivism som är fjärran från dagens situation: Den "kollektivforskningsrörelse" som gav upphov till bildandet av flera svenska industriforskningsinstitut under framförallt 40-talet byggde på en generös inställning till ekonomiska karteller och branschorienterade intresseföreningar där företag samverkade med varandra och med statliga aktörer för landets och utvecklingens bästa, i en kollektiv "rationaliseringsprocess" med mindre hänsyn till eventuella behov av konkurrens och särskiljande av stat och marknad.⁸ Också utarbetandet av forskningspolitikens innehåll skedde i en kontext av samverkan mellan stat och näringsliv, och med långsiktiga överenskommelser som mall. På detta sätt kunde stordriftsfördelar och kunskapsutbyte mellan aktörer möjliggöra utveckling och innovation i större program, bortom vad enskilda företag mäktade med.⁹

DEN AKTIVA NÄRINGS-POLITIKEN INTRODUCERADES PÅ 1960-TALET

Denna vänliga inställning till nära partnerskap mellan statliga myndigheter och företrädesvis stora industriföretag kom att prägla mycket av efterkrigstidens svenska forskningspolitik och industripolitik. Staten befann sig dock till en början i en relativt passiv och understödjande roll, och lät till största delen universiteten och de svenska storföretagen, förankrade i svenska kärnkompetenser och råvarutillgång, själva sköta den vetenskapliga respektive industriella utvecklingen. Detta hade förvisso en del prominenta undantag, särskilt atomkraften och en del andra militärt betydelsefulla områden, där en mera direkt statlig inblandning var nödvändig. Även rymdverksamheten tycks ha följt denna logik av starkare statlig styrning, vilket följer internationella mönster.

Vid 60-talets mitt började regeringens och statens huvudsakligen passiva men positiva inställning till forsknings- och industripolitik att förändras. Dittills hade politiken, internationellt liksom i Sverige, präglats av den mycket enkla och tydliga *linjära modellen*, som innebär att generösa investeringar i

⁶ Stiernstedt (1997) *Sverige i rymden. Svensk rymdverksamhet 1959-1972* (Rymdstyrelsen), s 13ff

⁷ Stevrin (1978), *Den Samhällstyrda Forskningen* (Liber), s 81

⁸ Hallonsten (2018), Development and transformation of the third sector of R&D in Sweden, 1942-2017, *Science and Public Policy* 45(5): 634-644.

⁹ Petterson (2012), *Handslaget: Svensk industriell forskningspolitik 1940-1980* (Doktorsavhandling, KTH), s 213ff; Weinberger (1996) *Nätverksentreprenören* (Doktorsavhandling, KTH), s 97ff

grundforskning per automatik, åtminstone på sikt, leder till teknisk innovation och ekonomisk utveckling.¹⁰ Denna modell började ifrågasättas på allvar på 60-talet. På industripolitikens område introducerades vad som senare kommit att kallas "den aktiva näringspolitiken", där regeringen och dess myndigheter på ett mycket tydligare sätt ingrep i utformningen av forskning och utveckling i alla led, inklusive den mycket tillämpningsnära industriforskningen. En tydlig konsekvens av denna nya politiska inriktning var inrättandet av Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU) 1968, som kom att spela en dominerande roll för koordineringen av industrirelevant forskning och utveckling i Sverige under 70- och 80-talen, med flera stora program vars roll för förnyelsen av svensk forskning och industriell utveckling var monumental, och som även konsoliderade samarbetsmönster där tekniska högskolor, universitet, och stora industriföretag (Sandvik, Ericsson, Asea, Volvo, med flera) ingick i långsiktiga relationer med stark förutsägbarhet och stabilitet.¹¹

Den speciella strukturen under denna period har av ekonomer kallats *utvecklingsblock* – långsiktiga forsknings- och utvecklingssamarbeten mellan statliga aktörer med monopol, och stora industriföretag med monopolliknande ställning. Traditionella utvecklingsblock i Sverige har varit energiförsörjning (inklusive kärnkraft), kollektivtrafiksystem, och telekommunikation, där all form av konkurrens hållits borta och stat och storföretag kunnat etablera långsiktigt produktiva och ömsesidigt gynnsamma relationer.¹² Ett liknande begrepp är *utvecklingspar*, som beskriver ett ännu tydligare partnerskap mellan två aktörer, i statsförvaltningen och i den privata sektorn, där ett utvecklingsblock etableras och dominerar på ett specifikt område i flera decennier. Typiska exempel i Sverige är stridsflygplan (försvarsmakten/Saab), telekom (Televerket/Ericsson), och energiförsörjning (Vattenfall/Asea).¹³ Kompetensförsörjningen som underhöll dessa och andra utvecklingspar och utvecklingsblock i Sverige kunde nästan uteslutande säkras av de tekniska högskolorna, vilket i viss mån också involverade dessa i utvecklingsblocken och gjorde akademien till naturlig samverkanspartner i statens större satsningar på forskning och utveckling, också den som fokuserade på industrinära tillämpningar.¹⁴ Succén som kan tillskrivas denna modell syns tydligt i den svenska förmågan att trots den blygsamma storleken på den inhemska ekonomin och arbetsmarknaden bygga upp ansenliga kärnkrafts-, flygvapen-, och telekomindustrier med få internationella konkurrenter.

ETT SVENSKT RYMDPROGRAM MOTIVERADES AV INDUSTRIELLA OCH MILITÄRA INTRESSEN

Ansträngningarna inom svensk rymdforskning och rymdteknologi tycks redan från början ha präglats av en stark statlig styrning, men med tydliga korporativistiska inslag helt i linje med utvecklingsblockens och utvecklingsparens logik. Redan från starten motiverades uppbyggnaden av ett svenskt rymdprogram med hänvisning till både industriella och militära intressen, och de tekniska utmaningar som präglade området ansågs nödvändiggöra samverkan mellan militär och industri.¹⁵ Detta tankesätt förefaller ha fortsatt prägla organiseringen av svensk rymdverksamhet in på 70-talet, och förstärkts av de goda erfarenheterna av utvecklingspar på andra områden. Efterhand förefaller dock de militära kopplingarna ha försvagats, liksom de säkerhetspolitiska argumenten för ett starkt svenskt rymdprogram, och de industriella intressena hamnade istället i förgrunden.

En viktig skillnad gentemot andra områden, där ett visst mått av konkurrens och strukturerade upphandlingsförfaranden trots allt ingick i logiken med utvecklingsblock och utvecklingspar, var rymdområdets sårbarhet. Efterfrågan på kärnkraftsteknik och vapensystem (inklusive stridsflyg) hade relativt stabil efterfrågan, också internationellt. På helt kommersiella områden som teleteknik och

¹⁰ Godin (2006) "The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework", *Science, Technology, & Human Values* 31(6): 639-667

¹¹ Gribbe & Hallonsten (2017), The Emergence and Growth of Materials Science in Swedish Universities,

Historical Studies in the Natural Sciences 47(4): 459-493; Weinberger (1996) *Nätverkstreprenören* (Doktorsavhandling, KTH)

¹² Carlsson & Henriksson (1991), *Development Blocks and Industrial Transformation: The Dahmian Approach to Economic Development* (Institute for Economic Research)

¹³ Fridlund (1999) *Den gemensamma utvecklingen: Staten, storföretaget och samarbetet kring den*

svenska elkrafttekniken (Doktorsavhandling, KTH); Sörilin (2006) *En ny institutssektor. En analys av industriforskningsinstitutens villkor och framtid ur ett närings- och innovationspolitiskt perspektiv* (Rapport, KTH)

¹⁴ Gribbe & Hallonsten (2017), "The Emergence and Growth of Materials Science in Swedish Universities",

Historical Studies in the Natural Sciences 47(4): 459-493; Weinberger (1996) *Nätverkstreprenören* (Doktorsavhandling, KTH)

¹⁵ Sörilin & Wormbs (2010), *Rockets and Reindeer: A Space Development Pair in a Northern Welfare Hinterland*, i *Science for Welfare and Warfare. Technology and State Initiative in Cold War Sweden*, red Lundin, Stenlås, Gribbe (Watson Publishing), s 144ff

transport var förutsättningarna naturligtvis också gynnsamma för industriell utveckling i riktning mot större självständig konkurrenskraft och därmed mindre statlig inblandning. Kontrasten till rymdverksamheten var här stark: Rymdteknisk utrustning var och är i stort sett *single commodities*, alltså fjärran från massproduktion och stordriftsfördelar, och kunde relativt sällan omvandlas till militära eller civila tillämpningar. Därför kan man konstatera att svensk rymdverksamhet under 1960- och 70-talen inte mognade till ett eget storskaligt utvecklingsblock på nivå med kärnkraften, teletekniken, och stridsflygen, men ändå bar flera av de tydliga kännetecknen för ett sådant: Starkt statligt engagemang, långsiktiga relationer och långsiktig kunskaps- och kompetensuppbyggnad, till gagn för svensk industri och svensk teknisk utveckling.¹⁶

1990-TALET INNEBAR EN FÖRFLYTTNING FRÅN KORPORATIVISTISK PLANERING TILL ÖPPEN KONKURRENS

I och med de förändringar som det svenska samhället genomgick på 80- och 90-talen, med avregleringar, EU-inträde, nedrustning av försvaret, och liberaliseringar av flera sektorer, kom naturligtvis också forsknings- och industripolitiken att ändras dramatiskt. En fortsatt stadig utbyggnad av högskolan, och en omstöpning av forskningsfinansieringssystemet i spåren av den ekonomiska krisen, är de mest iögonenfallande förändringarna på forskningspolitikens område. För industripolitiken innebar 90-talet framförallt en anpassning till en betydligt mer internationellt orienterad ekonomi och arbetsmarknad, och en nödvändig avreglering och konkurrensutsättning som bröt starkt med traditionen av utvecklingsblock och utvecklingspar. Också de stora forsknings- och utvecklingsprogrammen, med akademi, industri och myndigheter i nära samverkan, förändrades i riktning mot konkurrens och öppen utlysning av medel snarare än korporativistisk planering och medelstilldelning i kända och etablerade kanaler.

Man kan konstatera att historieskrivningen, både kring efterkrigstidens korporativistiska och självtillräckliga svenska forsknings- och industripolitik, och kring omvandlingen på 90-talet och framåt, inte i någon större omfattning har tagit ställning till för- och nackdelar med de olika systemen, utan snarare dokumenterat utvecklingen deskriptivt och linjärt. Därför saknas också genomgripande utvärderingar av nyttan med de olika paradigmen inom forsknings- och industripolitiken. Större historiska skeendena tycks ha haft större påverkan på utformningen av svensk forsknings- och industripolitik än en rationell värdering av olika alternativ och inriktningar. Det finns således ingen tydlig evidens att luta sig mot för slutsatser att det ena eller andra systemet är bättre för att uppnå avsedda mål.

3.4 Beskrivning av rymdindustrin i Sverige och globalt

I följande kapitel ger vi en översiktlig introduktion till rymdindustrin där vi belyser centrala forsknings- och industriaktörer på rymdområdet i Sverige och globalt.

SVENSK RYMDINDUSTRI

Svensk rymdverksamhet har bedrivits i över 60 år och tog sin start i Kiruna där Institutet för rymdfysik invigdes 1957. Sedan dess har Sveriges rymdverksamhet expanderat kraftigt och innefattar idag forskning vid flera lärosäten och inom långt fler discipliner än enbart rymdfysik. Idag finns ett 60-tal rymdföretag i Sverige och forskning som är relevant för svensk rymdverksamhet bedrivs vid flera lärosäten, forskningsinstitut och myndigheter. Samverkan mellan rymdindustrin och akademien skapar centrala förutsättningar för forskning, utveckling och innovation på området.¹⁷

RYMDSTYRELSEN HAR CENTRAL ROLL I ATT UTVECKLA SVENSK RYMDVERKSAMHET

Rymdstyrelsen är Sveriges rymdmyndighet, ansvarig för statligt finansierad utveckling av nationell och internationell rymdverksamhet och rymdforskning i Sverige. Det görs dels genom nationella program riktade mot företag och lärosäten, dels genom bidrag till ESA. Totalt betalade

¹⁶ Sörlin & Wormbs (2010), *Rockets and Reindeer: A Space Development Pair in a Northern Welfare Hinterland*, i *Science for Welfare and Warfare. Technology and State Initiative in Cold War Sweden*, red Lundin, Stenlås, Gribbe (Watson Publishing), s 147

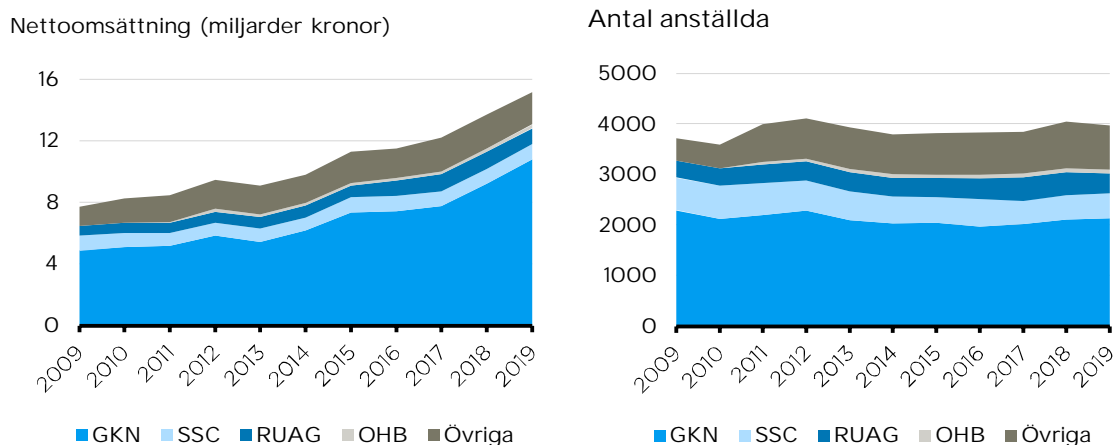
¹⁷ Ibid.

Rymdstyrelsen ut bidrag på 1,2 miljarder kronor 2019, jämfört med 920 miljoner 2015.¹⁸ Bidraget till ESA utgör majoriteten, eller cirka 75 procent. En stor del av bidraget till ESA kommer svensk rymdindustri och utvecklare till godo genom ett georetursystem som garanterar kontrakt till svenska företag. I budgetpropositionen för 2020 fick Rymdstyrelsen en ökning med 150 miljoner kronor årligen i anslag för rymdforskning och annan verksamhet som stöttar rymdindustrin.¹⁹

SVERIGE HAR CIRKA 60 AKTIVA RYMDFÖRETAG, VARAV FYRA STÅR FÖR MAJORITETEN NETTOOMSÄTTNING OCH ANSTÄLLDA

Enligt Rymdstyrelsen²⁰ innefattar svensk rymdverksamhet drygt 60 företag.²¹ Det är dock framförallt fyra företag som utgör störst del av rymdindustrin; GKN Aerospace Sweden AB (GKN), OHB Sweden AB (OHB), RUAG Space AB (RUAG) samt Svenska Rymdaktiebolaget (SSC). Sammanlagt står företagen för cirka 86 procent av rymdindustrins nettoomsättning och 78 procent av rymdindustrins anställda. Rymdindustrins samlade nettoomsättning har fördubblats mellan 2009 och 2019 och uppgick enligt 2019 års bokslut till 15,2 miljarder kronor, se figur 4. Antal anställda har varit stabil under perioden och uppgick enligt 2019 års bokslut till cirka 4 000 anställda. I denna siffra ingår hela GKN. Antalet anställda direkt kopplat till rymdverksamhet beräknas vara cirka 1 200.

Figur 4. Nettoomsättning (mrd kr) och antal anställda i svenska rymdföretag 2009–2019



Källa: Data från Retriever, baserat på företagens bokslut. Övriga företag: svenska rymdföretag som listas på Rymdstyrelsens hemsida: <https://www.rymdstyrelsen.se/innovation/svenska-rymdforetag/>. Övriga företag inkluderar inte företagen Sweco och nHANCE.

Tre av företagen är del av internationella koncerner. Utmärkande för SSC är att företaget är helägt av svenska staten. SSC svarar för driften av Esrange. GKN Aerospace Sweden ingår i den internationella koncernen GKN Aerospace som tillverkar komponenter och strukturer till flygplan. Företagen i Aerospace-divisionen som tillverkar avancerade delar till motorer för flygplan och rymdraketer bildar tillsammans *Engines*. Engines har huvudkontor i Trollhättan med cirka 2 000 anställda.²² RUAG Space är en division inom den schweiziska högteknologiska koncernen RUAG Holding. RUAG i Sverige utvecklar och tillverkar datorsystem, antenner och mikrovågselektronik till satelliter samt adaptrar och separationssystem till bärarketer. RUAG har i Sverige cirka 450 anställda.²³

¹⁸ Rymdstyrelsen (2020) *Redovisning av svensk rymdverksamhet 2020*.

¹⁹ Regeringskansliet (2019) *Stor satsning på rymdsektorn*.

²⁰ Rymdstyrelsen (2020) *Redovisning av svensk rymdverksamhet 2020*.

²¹ I Rymdstyrelsens definition av rymdverksamhet innefattas företag som arbetar med att tillverka komponenter till rymdinfrastruktur, nyttjar rymdinfrastruktur eller exploaterar data insamlad med eller distribuerad genom rymdinfrastruktur en del av den svenska rymdverksamheten*.

²² GKN Aerospace (2021) *Om GKN Aerospace i Sverige*.

²³ UC (2019). Branschfakta. Leverantörer till rymdindustrin – kompletterad december 2019.

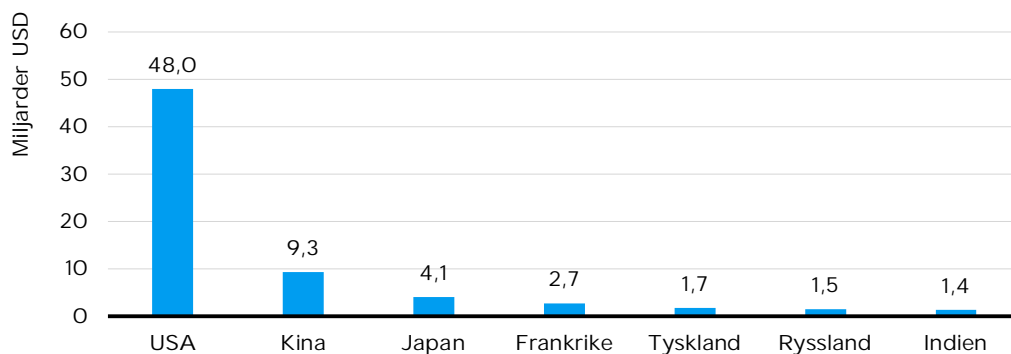
RYMDFORSKNING I SVERIGE BEDRIVS VID FLERA LÄROSÄTEN

Rymdforskning bedrivs inom närmare ett 20-tal lärosäten, forskningsinstitut och myndigheter i Sverige.²⁴ Lärosäten, forskningsinstitut och myndigheter kan årligen ansöka om forskningsbidrag från Rymdstyrelsen genom det nationella forskningsprogrammet. Störst finansiering inom programmet erhöles 2020 av Institutet för rymdfysik (IRF), Kungliga tekniska högskolan (KTH), Chalmers tekniska högskola (CTH) och Stockholms universitet.

DEN GLOBALA RYMDINDUSTRIN ÄR OMFATTANDE

Rymdindustrin expanderar globalt med ökande antal länder och kommersiella företag som investerar i rymdprogram.²⁵ Enligt OECD uppnådde statliga rymbudgetar internationellt totalt cirka 75 miljarder USD år 2017.²⁶ USA har den enskilt största rymbudgeten, vilken motsvarar över hälften av världens rymbudget, se figur nedan. Morgan Stanley uppskattar att den totala globala rymdmarknaden uppgick till cirka 350 miljarder dollar år 2017.²⁷ Rymdindustrin i Europa har utvecklats snabbt under senare år. Sammanlagt var EU:s statliga rymbudgetar cirka 7 miljarder USD 2015.²⁸

Figur 5. Statlig rymbudget (miljarder USD) 2017 i länderna med störst statlig rymbudget globalt



Källa: OECD (2019). *The Space Economy in Figures*. Rambolls bearbetning.

Internationellt sett dominerar ett fåtal multinationella företag rymdbranschen, varav majoriteten är från USA. Över 500 småföretag beräknas ha tillkommit inom rymdsektorn under de senaste fyra åren, varav många etablerats i USA, Europa, Japan, Kina och Indien.²⁹

²⁴ Bergström-Roos, J. (2015) *En kartläggning av svensk rymdforskning, rymdutbildning och rymdindustri samt hur samverkan dem emellan går till*.

²⁵ OECD (2020) *Measuring the Economic Impact of the Space Sector*.

²⁶ OECD (2019). *The Space Economy in Figures*.

²⁷ Morgan Stanley (2020) *Space: Investing in the Final Frontier*.

²⁸ European Commission (2016) *Space Strategy for Europe*. KOM [2016] 705.

²⁹ OECD (2019). *The Space Economy in Figures*.

4. GENOMFÖRANDE OCH UTFALL AV NRFP

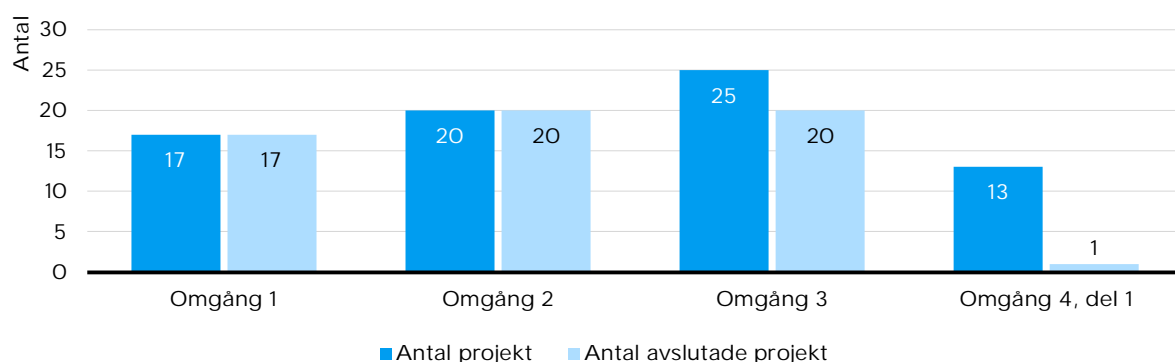
Detta kapitel presenterar vår bedömning av NRFP:s genomförande och utfall. För respektive steg beskriver vi vår sammantagna bedömning följt av en redogörelse för den empiri som motiverar bedömningen. En detaljerad redogörelse för datainsamling och metod ges i Bilaga 1.

4.1 Genomförda aktiviteter inom programmet

75 SAMVERKANSPROJEKT HAR HITTILLS FINANSIERATS INOM NRFP

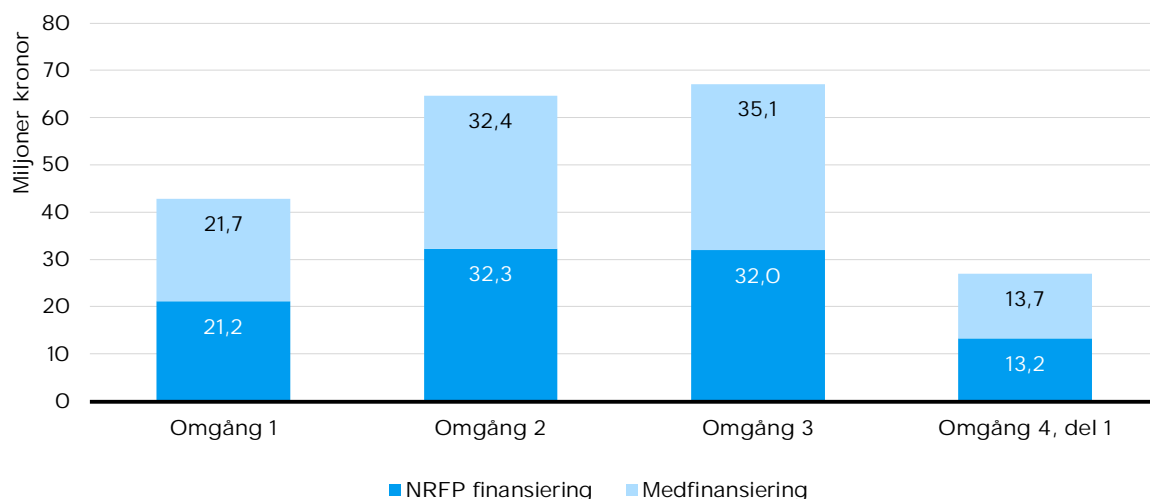
Totalt har 75 projekt genomförts i de fyra programomgångarna av NRFP varav 58 har avslutats. Omgång fyra innefattar enbart den första delen av omgången, det vill säga de två första åren (2019–2020). Somliga enskilda projekt är att betrakta som etapper av större projekt som sträcker sig över flera omgångar.

Figur 2 Antal beviljade och avslutade projekt inom NRFP, omgång 1–4



NRFP-projekten hittills har haft en total budget på 203 miljoner kronor. I linje med programavtalet utgör företagets respektive programmets finansiering cirka hälften av projektens budget. Mellan omgång 2 och omgång 3 skedde en ökning i budget med cirka 4,6 miljoner, eller 7 %.

Figur 3 Budget för beviljade projekt inom NRFP, omgång 1–4 (miljoner kronor)

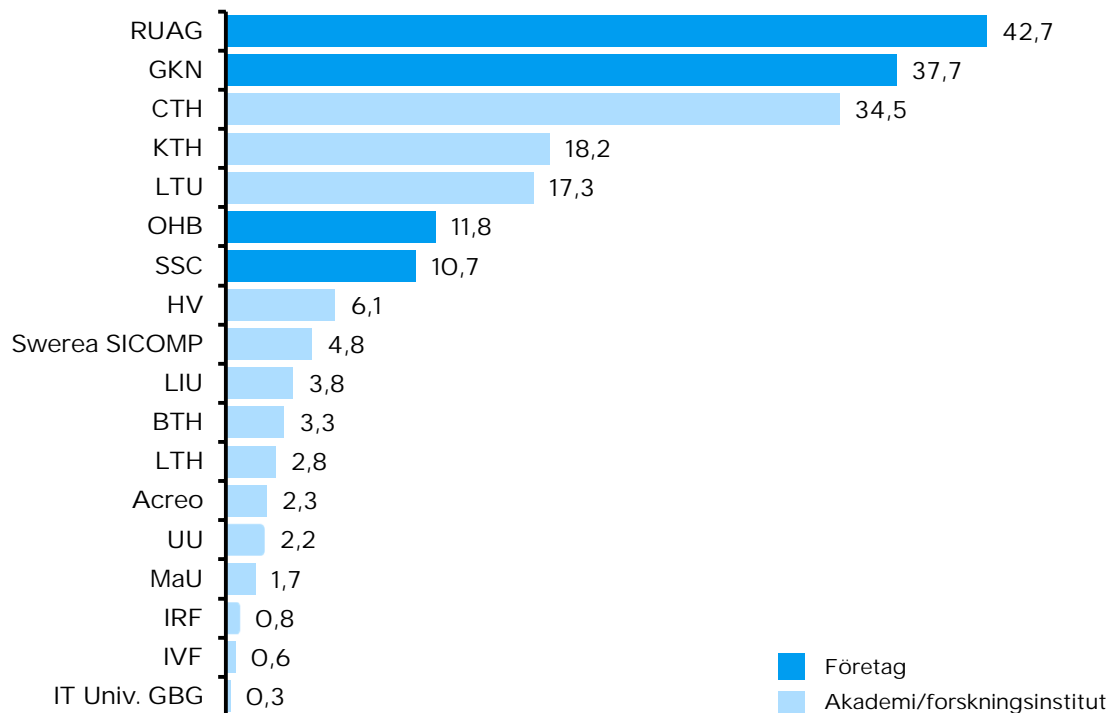


EN TYDLIG KONCENTRATION AV PROGRAMMETS BUDGET TILL ETT FÅTAL ORGANISATIONER

Inom NRFP finansierar företagen sitt eget deltagande. Programmets medel betalas enbart ut till forskningsaktörer såsom lärosäten eller forskningsinstitut. Av företagen har RUAG under programomgångarna haft störst egenfinansiering, cirka 43 miljoner kronor, följt av GKN på cirka 38

miljoner kronor.³⁰ I kategorin akademi/forskningsinstitut har CTH mottagit störst finansiering från NRFP, knappt 35 miljoner kronor. De tre främsta deltagarna i NRFP har bidragit/mottagit en större andel av programmets totala projektbudget än övriga organisationer har gjort tillsammans. För företagen beror detta bland annat på att OHB enbart deltagit i omgång 2–4 samt har relativt färre och mindre projekt jämfört med GKN och RUAG. SSC deltog i begränsad utsträckning i de första omgångarna av programmet samt har relativt små projekt.

Figur 4 Fördelning av budget per aktör, miljoner kronor, omgång 1–4



Om vi ser till deltagande forskningsaktörer sticker framförallt CTH ut, följt av KTH och LTU. Vid jämförelse med de lärosäten som under 2020 erhållit forskningsbidrag från Rymdstyrelsen genom det nationella forskningsprogrammet framgår bland annat att Stockholms universitet deltar relativt lite i NRFP jämfört med forskningsprogrammet. KTH:s andel är lägre än förväntat och flera lärosäten där det bedrivs rymdforskning såsom LU deltar i betydligt mindre utsträckning. IRF:s deltagande är också betydligt mindre i NRFP.

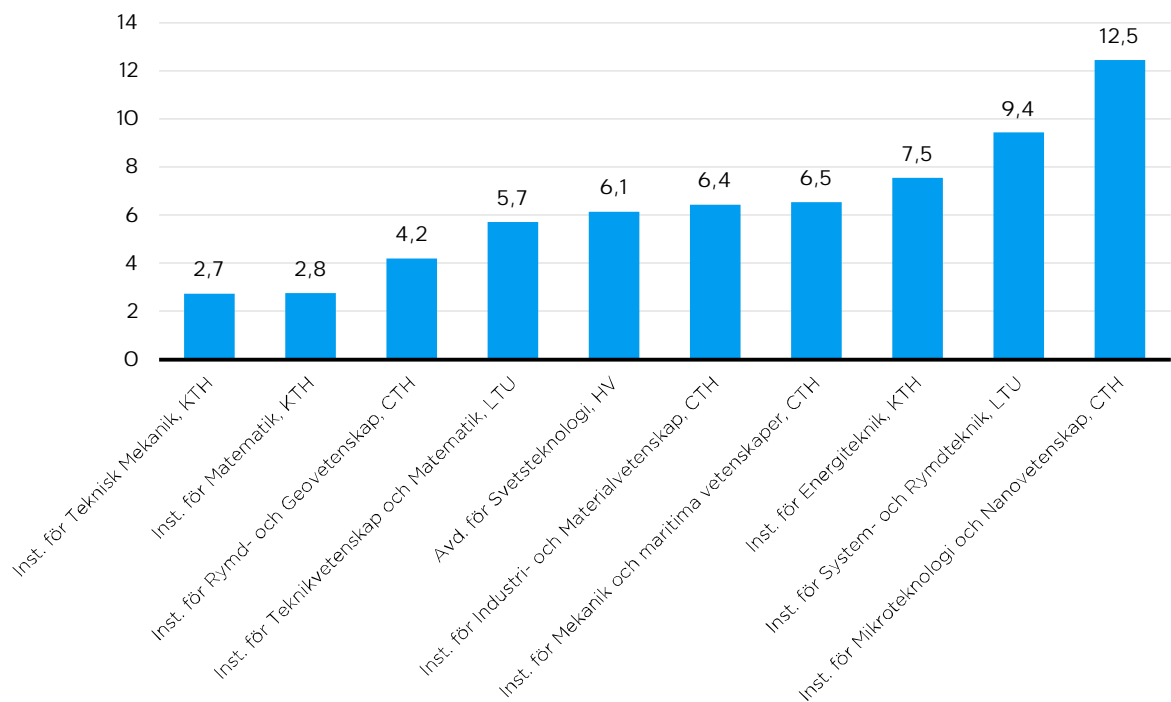
NRFP INVOLVERAR FRÄMST FORSKARE FRÅN ICKE-RYMDRELATERADE DISCIPLINER

En intressant aspekt av NRFP är att de samverkansprojekt som sker främst består av samarbeten mellan rymdföretag och forskare från discipliner som i huvudsak ej har rymd som primärt fokus. Istället handlar det om att testa tekniska lösningar från andra discipliner och applicera dessa på de unika förhållanden som gäller för rymden.

Figuren nedan visar utbetalt NRFP-stöd (miljoner kronor) per akademisk institution, bland de tio akademiska institutioner som mottagit mest stöd under samtliga programomgångar. Institutionen för Mikroteknologi och Nanovetenskap vid CTH har mottagit mest NRFP-stöd under programperioderna. Det finns sammantaget en stor spridning bland institutioner som mottagit stöd. Utöver de som finns med i figuren finns bland annat; Institutionen för ekonomi, teknik, konst och samhälle (LTU), Institutionen för matematik (KTH), Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling (LiU), Institutionen för kemi (KTH), Institutionen för energivetenskaper (LTH).

³⁰ Detta inkluderar RUAG = SAAB Space, GKN = Volvo Aero, SSC = Rymdbolaget. Institut som idag ingår i RISE redovisas separat.

Figur 5 Totalt NRFP-stöd per akademisk institution (mkr), 10 institutioner som mottagit mest stöd under programomgångarna³¹



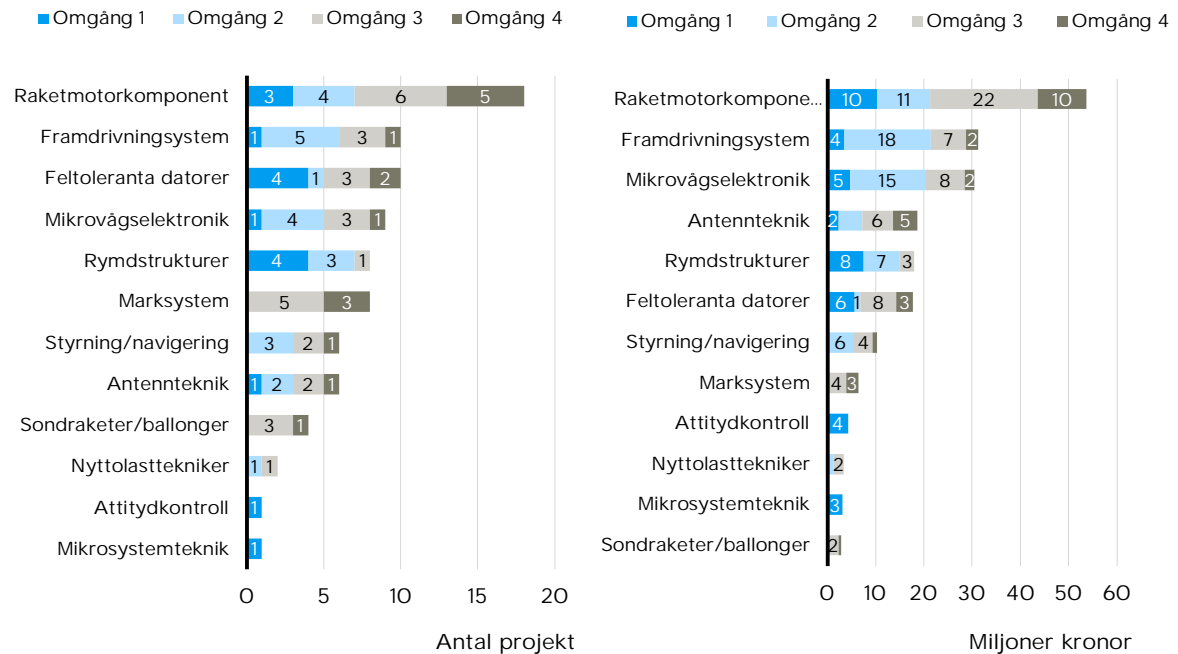
FINANSIERADE PROJEKT LIGGER I LINJE MED RIKTLINJER FÖR MEDELSTILLDELNING EFTER TEKNIKOMRÅDE OCH OMFATTNING

Programavtalet för NRFP reglerar inriktning för och finansiering av de aktiviteter som bedrivs inom programmet avseende teknikområde och omfattning. Dessa områden överensstämmer med de inriktningar och budget som respektive företag är villiga att bidra med till programmet.

I projektansökan väljer projekten vilket teknikområde som bäst beskriver det aktuella projektet. Vissa projekt har valt flera teknikområden. Kategorierna varierar något mellan åren, vilket kan förklara varför vissa kategorier endast har projekt inom en eller ett par omgångar. Flest projekt, totalt 18, har genomförts inom teknikområdet *Raketmotorkomponent*. Teknikområdet *Raketmotorkomponenter* har även fått mest budget totalt sett i samtliga programomgångar

³¹ Det saknas information om akademisk institution för 9 projekt (varav tre i omgång 2 och sex i omgång 1).

Figur 6 Totalt antal projekt respektive budget fördelat på teknikområde (samtliga omgångar)³²



Vi bedömer att NRFP lyckas omsätta de medel som allokeras till programmet. Det finns baserat på denna indikator inga utmaningar som gäller programmets attraktivitet för deltagande företag. Projektportföljanslysen visar även att programmet följer den avtalsenliga medfinansieringsgraden för industrin liksom fördelningen av projektmedel mellan utpekade teknikområden i underliggande avtal.

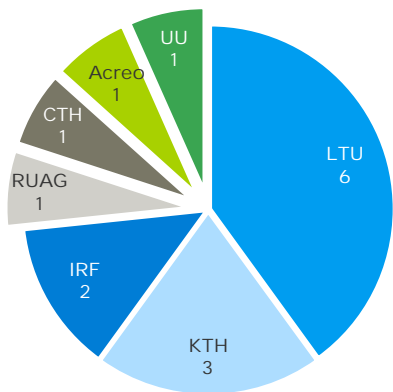
PROGRAMMET PRÄGLAS AV SAMVERKAN MELLAN FÖRETAGEN OCH FLERA OLIKA FORSKNINGSAKTÖRER

Samtliga projekt inom NRFP måste inkludera en industriell part och en forskningsaktör. Deltagande organisationer samverkar i olika utsträckning och i olika konstellationer med varandra. I ett fåtal projekt samarbetar företagen med varandra sinsemellan. I figuren nedan redovisar vi vilka andra organisationer som respektive företag i NRFP har samverkat med. SSC, GKN och OHB har främst samarbetat med LTU och KTH i NRFP-projekt. Samtidigt har RUAG framförallt samarbetat med CTH. Därutöver finns skillnader mellan vilka organisationer som företagen genomfört enskilda projekt med. Sammantaget finns det en bredd i de samverkansmönster som präglar programmet, men en tydlig koncentration av samarbeten mellan somliga företag och lärosäten.

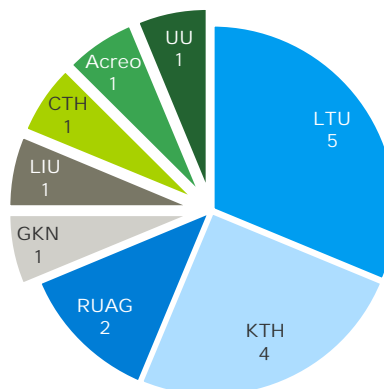
³² Det saknas information om teknikområde för fyra projekt inom omgång 1. För de projekt som har flera teknikområden så delas budgeten jämt upp mellan de teknikområden som projektet gäller.

Figur 7 Översikt av vilka organisationer som respektive företag samverkar med inom NRFP, samtliga omgångar

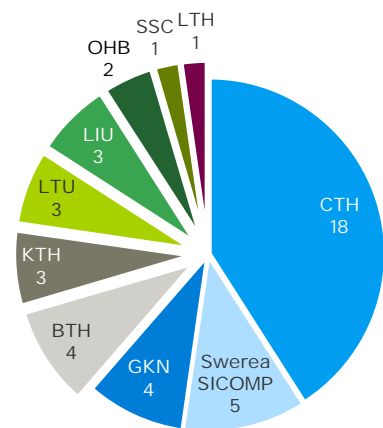
SSC samarbetar med:



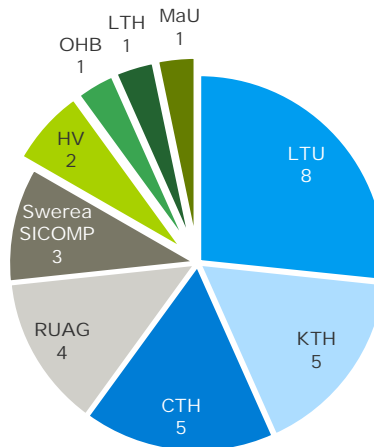
OHB samarbetar med:



RUAG samarbetar med:



GKN samarbetar med:



För att illustrera olika mervärden för både företag, akademi och omgivande samhälle från den samverkansforskning som möjliggörs genom NRFP redovisas nedan ett exempel från RUAG:s samarbete med CTH under pågående omgång av NRFP.

Om projektet	
Projektnamn	Modellering och analys av passiv intermodulation (PIM) i rymdkommunikationsantennerna (NRFP 4)
Projektperiod, bidrag från NRFP	2021–2022, NRFP-bidrag 2,55 mnkr. Total projektbudget 5,1 mnkr.
Projektpartners	RUAG Space, Chalmers tekniska högskola (CTH)
Projektbeskrivning	
<p>Projektet är ett samarbete mellan RUAG Space och CTH, med det övergripande målet att skapa en fördjupad förståelse för hur passiv intermodulation (PIM) uppstår i material, ytbehandlingar och materialövergångar som används i antenner för rymdkommunikation. Projektet syftar till att utveckla modeller och analysmetoder för att kunna kvantifiera, förutspå och minimera PIM redan i den fas då antenner och kringliggande komponenter konstrueras.</p> <p>PIM är ett problemområde inom rymdkommunikationstekniken. Satelliter innehåller ofta en mängd olika kommunikationssystem med både sändning och mottagning som måste samexistera, och ett ständigt behov av ökad datatakt leder i sin tur till krav på ökad uteffekt och flera simultana bärvågor. På många navigations satelliter har man exempelvis samlokalisat mottagare som är extremt känsliga för störningar från intermodulation.</p> <p>I de antenprodukter som tas fram på RUAG Space är undertryckning av PIM ofta en viktig parameter i konstruktionen. Det är ännu inte möjligt att ur analyser förutse de PIM-nivåer man kan få, samtidigt som det inom</p>	

rymdkommunikationstekniken ställs stora krav på undertryckningen av PIM. Utformningen av mätutrustningen är därmed viktig, och kräver specialkonstruerade filter med extrema prestanda. Dagens metoder för att undvika PIM är typiskt baserade på empiriska tumregler, vilket gör det omöjligt att optimera antennkonstruktionen, vanskligt att introducera nya material och leder till ökade kostnader.

Projektets genomförande och resultat

Projektet kommer bl.a. genomföra mätkampanjer i RUAG:s avancerade PIM-testkammare. Genom systematisk karakterisering av olika kombinationer av material, övergångar och ytbehandlingar i antenner kan de parametrar som förstärker PIM-effekter identifieras. Undersökningar av provbitar från mätobjekten genom bl.a. elektronmikroskopi förväntas ge svar på möjlig korrelation till ytstrukturen på metallytan och dess oxidskikt.

Mätresultaten kommer att användas som bas för de matematiska modeller och analysmetoder som projektet avser att utveckla. Projektet kommer kombinera elektromagnetisk modellering av strukturen med distribuerade eller diskreta icke-linjära beskrivningar av de regioner där PIM uppstår. Slutligen kommer projektet utveckla förenklade icke-linjära beteendemodeller som kan användas vid systemanalys för att förstå hur PIM påverkar kommunikationssignaler. Resultat, analysmetoder och mättekniken som utvecklas kommer till direkt nytta för RUAG vid utveckling av nya produkter för satellitkommunikation.

CTH har lång tradition och djup erfarenhet inom modellering, analys och mätning av icke-linjära effekter i komponenter och kretsar för radiokommunikation, vilket kommer ligga till grund för analys, simulering och utveckling av nya modeller och metoder i projektet. Till exempel har CTH utvecklat avancerade icke-linjära modeller huvudsakligen för transistorer som idag används i industrin.

Effekter av projektet

Förväntad nytta för RUAG Space är en bättre förståelse för mekanismerna bakom PIM samt förbättrade konstruktionsregler, vilket ger möjligheter att tidigt i offert- och konstruktionscykeln bedöma riskerna för att specifikationerna inte uppfylls. Detta är potentiellt mycket värdefullt, eftersom eventuella behov av omkonstruktion under ett projekt gör att både tid och pengar går förlorade.

Projektet väntas även leda till nya innovationer för reducering av PIM genom mer optimerade, lättare och billigare antennkonstruktioner. Båda är viktiga konkurrensfördelar gentemot andra leverantörer. Projektet förväntas skapa ökad nytta för den kundnivå som RUAG interagerar med, som i flera fall har begränsad kompetens inom högfrekvensteknik, varför ett stort ansvar för förståelse och verifiering hamnar på RUAG, som med en högre teoretisk och praktisk PIM-kompetens bättre kan stödja kunden i både offert- och projektfas.

CTH ser en stor vetenskaplig potential i att applicera framtagna modeller på antennstrukturer i kombination med elektromagnetiska simuleringar för att studera utbredningen av PIM i ett realistiskt antensystem karakteriserat i RUAG:s PIM-testkammare. Genom att korrelera modellparametrar med materialegenskaper så kan en fördjupad förståelse för PIM i antenner för rymdkommunikation nås.

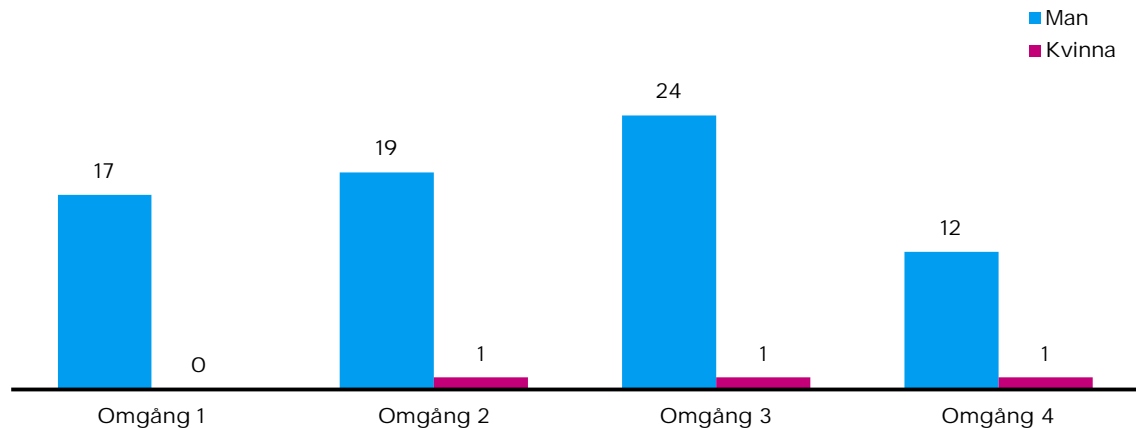
SAMVERKAN INOM NRFP BYGGER PÅ UPPARBETADE NÄTVERK OCH SKER PÅ ETT EFFEKTIVT SÄTT

Inom NRFP finansierar företagen sina egna kostnader för genomförandet av projekten. Detta är i sig en garant för att de projekt som genomförs har en inriktning som upplevs som relevant av företagen. Det finns med andra ord begränsade incitament att genomföra projekt som inte bedöms kunna ha strategisk relevans för företagets framtida affärsutveckling. Däremot finns det ur effektivitetshänsyn incitament för företagen att bygga vidare på etablerade nätverk istället för att söka nya sådana och därigenom i teorin få tillgång till än mer kompetenta resurser. Även om det finns en viss koncentration i vilka lärosäten som företagen samarbetar med, sker ändå en bredd av samarbeten beroende på teknikområde. Om NRFP organiserats med öppna ansökningar skulle eventuellt konstellationerna sett annorlunda ut, med involvering även av andra lärosäten än de som deltar i programmet idag.

STORA SKILLNADER MELLAN ANTAL MÄN OCH KVINNOR SOM LEDER PROJEKT INOM NRFP

Enbart tre projekt leds av kvinnliga projektledare. Jämställdhet ett grundvillkor i alla delar av Rymdstyrelsens verksamhet.³³ Svensk rymdverksamhet är dock fortfarande mansdominerad, vilket återspeglar sig i hur medel inom NRFP fördelat sig. Den kvinnliga underrepresentationen är inte unik för svensk rymdindustri utan återspeglas även i den internationella rymdsektorn.

Figur 8 Antal projekt som har kvinna eller man som projektledare, per omgång (enbart företagens projektledare redovisas)



DELTAGARNA I NRFP ÄR FRÄMST JUNIORA FORSKARE

De forskare från akademien som genomför en stor del av arbetet inom projektet är ofta "juniora" och i början av sin forskarkarriär, det vill säga forskarstuderande i form av doktorander eller licentiater. Detta kan i sig vara positivt då det bidrar till att forskare från flera discipliner får upp ögonen för rymdområdet och kan bidra till kompetensförsörjning inom området. Samtidigt hade detta mål behövts förtydligas ytterligare i förhållande till ifall programmet önskar involvera spetsforskning eller inte.

FÖRETAGEN VÄLJER ATT DELTA I PROGRAMMET AV OLIKA ANLEDNINGAR

De främsta anledningarna bakom företagens deltagande i NRFP uppges vara möjligheten att bedriva för företagen relevant samverkansforskning med akademien. I förhållande till andra FoU-program uppfattas NRFP som särskilt attraktivt då det präglas av en mycket begränsad administrativ börda (t.ex. i förhållande till EU-programmen), är effektiva i sitt genomförande (avsaknad av krav på större konsortier) och helt utgår ifrån företagets behov (snarare än programmets behov). NRFP möjliggör för företagen att med statligt stöd växla upp sina egna (och ansträngda) medel för FoU genom samverkansprojekt med akademien. Tekniska lösningar som präglas av stor potential för industrin men även stor osäkerhet om dess applikation kan utforskas av akademiska parter i programmet på ett sätt som ej hade varit möjligt utan externt stöd. Samverkan med akademien och möjligheten att finansiera utvecklingsprojekt som annars inte skett är en stor anledning bakom samtliga företags deltagande i NRFP.

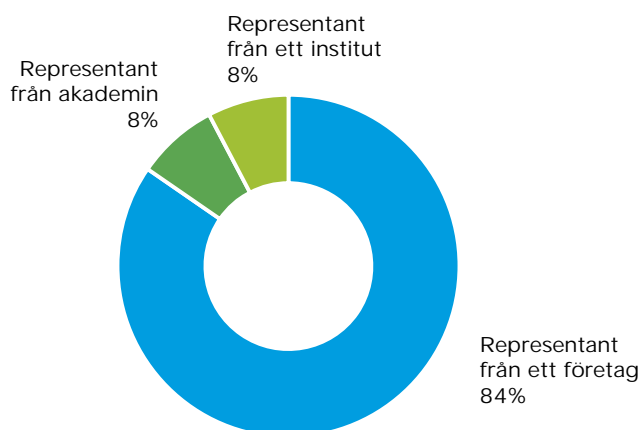
Samtidigt finns företagsunika skäl bakom deltagandet. GKN är i princip det enda företag där programmet kan ha en reell påverkan på företagets kompetensförsörjning genom exempelvis rekrytering av doktorander som finansierats av NRFP. Övriga företag har mindre förutsättningar att rekrytera forskarutbildad kompetens. Däremot lyfter RUAG fram att NRFP är ett viktigt verktyg för att kunna behålla personal med hög kompetens som vill arbeta med forskningsrelaterade frågor, vilket bland annat möjliggörs av programmet. Företagen har olika strategier för, och lägger olika tonvikt vid NRFP:s betydelse för personalens egen kompetensutveckling.

³³ Rymdstyrelsen (2019) *Rymdstyrelsens strategi*.

FÖRETAGEN ÄR DRIVANDE I ATT FORMULERA PROJEKTENS FRÅGESTÄLLNINGAR

En majoritet av projektledarna som besvarat Rambolls enkät uppger att företagen primärt bestämmer vilken frågeställning som ska utforskas i projekten (se figur nedan). Samtidigt framkommer i genomförda intervjuer att akademien ofta har stor påverkan gällande vilka lösningar och metoder som ska tillämpas för att besvara frågeställningen. Detta uppfattas ibland ge upphov till problem. Enskilda forskare har utifrån sin erfarenhet och logik en fallenhet för somliga lösningar som kan ha akademisk höjd men vars resultat inte är lika relevanta för industriella parter.

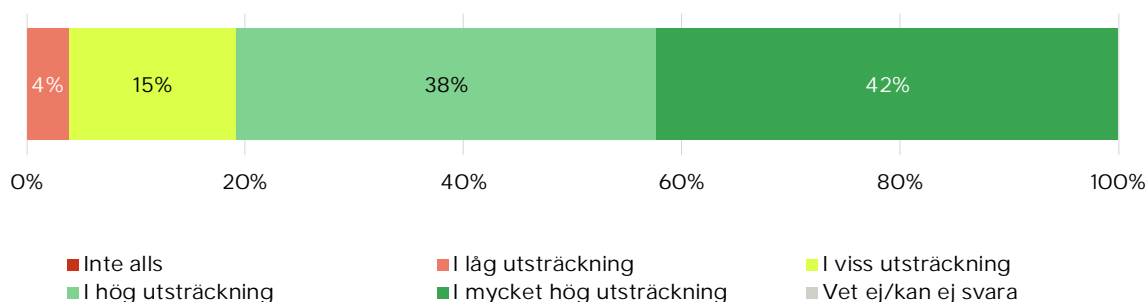
Figur 9. Projektledarnas syn på vem som primärt var drivande i att utforma projektets/projektens huvudsakliga frågeställning (n=26)



DE FRÅGESTÄLLNINGAR SOM UTFORSKAS I PROJEKTEN SAMMANFALLER MED FORSKNINGSSINRIKTNINGAR SOM PRIORITERAS BÅDE HOS AKADEMI OCH INDUSTRI

En risk med Fol-program där de frågeställningar som utforskas främst är definierade av en grupp (i NRFP:s fall företagen) är att andra deltagande organisationer ser mindre relevans i programmets inriktning. Denna risk förefaller inte ha realiserats för NRFP. Hela 80 procent av respondenterna bedömer att projektets inriktning stämde överens med deras egna prioriterade och strategiska forskningsinriktningar.

Figur 10. Projektledarnas bedömning av i vilken utsträckning som projektets inriktning stämde överens med den prioriterade och strategiska forskningsinriktningen hos sin egen avdelning/enhet/forskargrupp? (n=26)



PROJEKTEN RÖR FRÄMST FOU FÖR TILLÄMPNING PÅ MEDELLÅNG ELLER LÅNG SIKT

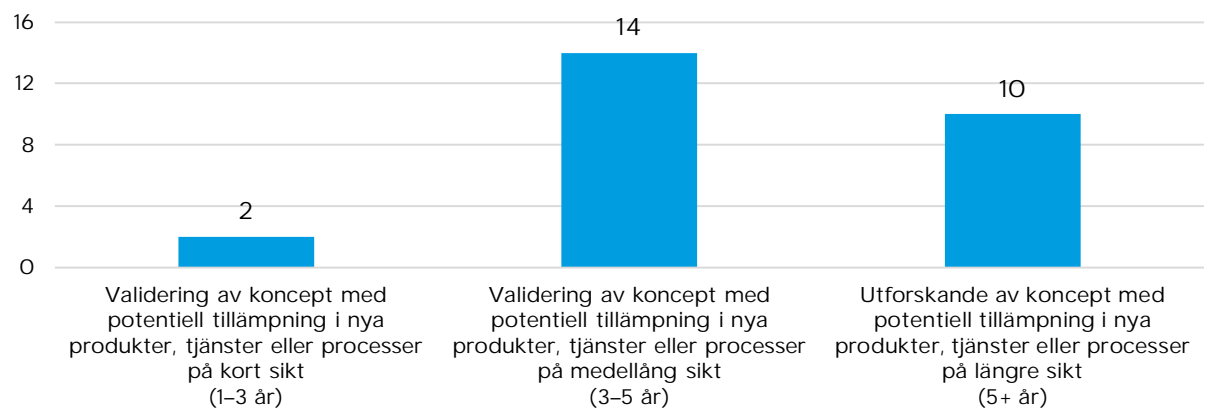
Utgångspunkten för att staten ska finansiera stöd som är tillgängliga för en viss typ av företag (selektiva företagsstöd) är att det föreligger någon form av marknadsmisslyckande som leder till att marknadslösningen blir suboptimal. I litteraturen brukar tre argument framföras som motiverar statliga företagsstöd; ofullständiga kapitalmarknader (svårt att få in externt kapital främst för små företag i uppstartsfas), externa effekter (att företag utvecklar tekniska lösningar som påverkar andra företag positivt utan att det påverkar företaget som tagit fram lösningen i samma utsträckning) samt systemperspektivet (att det inte räcker för företag att investera mer i FoU för ökad innovation utan

att innovationsprocessen är mer komplex och kräver koordinering med andra initiativ som står utanför det egna företagets kontroll).³⁴ För NRFP är de två sistnämnda argumenten mest giltiga.

Det finns ingen uttalad TRL-nivå som projekten inom NRFP ska förhålla sig till. Rambolls bild är också att behoven skiljer sig åt mellan företagen. Exempelvis uppfattas projekt som leds av OHB befinna sig i högre TRL-nivåer medan GKN:s projekt fokuserar på lägre TRL. Samtidigt är det inte Rambolls bild att något projekt befinner sig så nära produktutvecklingsstadiet att företagen skulle ha kunnat finansiera detta med egna medel utan stöd från NRFP.

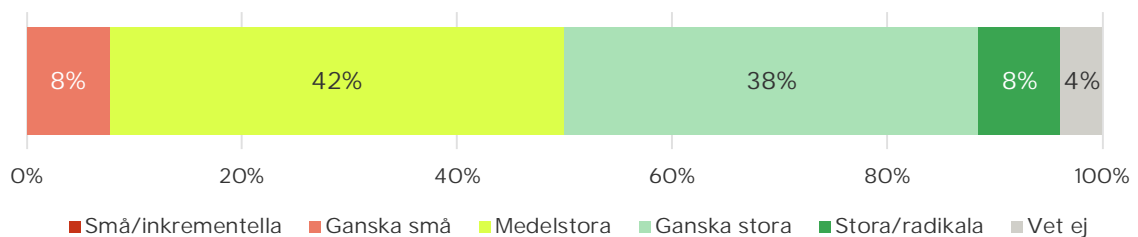
I enkäten till projektledarna framgår att projekten framförallt syftat till att validera eller utforska koncept med potentiell tillämpning i nya produkter, tjänster eller processer på medellång eller lång sikt. Enbart två projektledare (8 procent) uppger att det snarare rör sig om validering av koncept på kort sikt (1-3år).

Figur 11. Projektledarnas bedömning av projektens syfte (n=26)



I Rambolls enkät till projektledarna framgår att projekten har för avsikt att åstadkomma medelstora eller ganska stora förändringar. Enbart ett fåtal respondenter uppger att de endast hade för avsikt att åstadkomma små eller inkrementella förändringar.

Figur 12. Projektledarnas bedömning av vilket typ av förändringar som projekten hade för avsikt att åstadkomma (n=26)



BRISTANDE KÄNNEDOM OM NRFP UTANFÖR PROGRAMMETS KÄRNA

Inom NRFP sker ingen öppen utlysning av projektmedel. Varje företag åtar sig att medfinansiera projekt inom de teknikområden som listas i huvudavtalet för programmet och vilka är fördelade mellan de fyra företag som deltar. Respektive företag utarbetar potentiella projektidéer och tar i denna process kontakt med representanter för akademien för att identifiera lämplig kompetens anpassat till projektiden. Projektförslaget lämnas sedan in till BO-möte för beslut om beviljande eller avslag gällande projektfinansiering. Dessa möten sker två gånger per år.

³⁴ Tillväxtanalys (2016). De regionala företagsstöden – ändamålsenliga eller otidsenliga?

Trots att NRFP pågått under en längre tid bedömer Ramboll att kännedomen om programmet är låg bortom deltagande företag och enskilda delar av de lärosäten som historiskt deltagit i programmet. Att programmet har en begränsad synlighet bortom deltagande företag är naturligt då det är ett stängt program. Däremot bedömer vi att det sker begränsade kommunikationsaktiviteter gentemot akademien. Det är upp till de enskilda företagen att identifiera lämpliga samarbetspartners och berätta om programmet. Denna process hade sannolikt underlättats ifall programmet självt genom Rymdstyrelsen aktivt bidrog till att öka kännedomen om programmet. En konsekvens är att akademien enbart kommer in när en projektidé väl är formulerad hos företagen, och inte att akademien själva formulerar projektidéer som kan vara relevanta för industrin och för akademien.

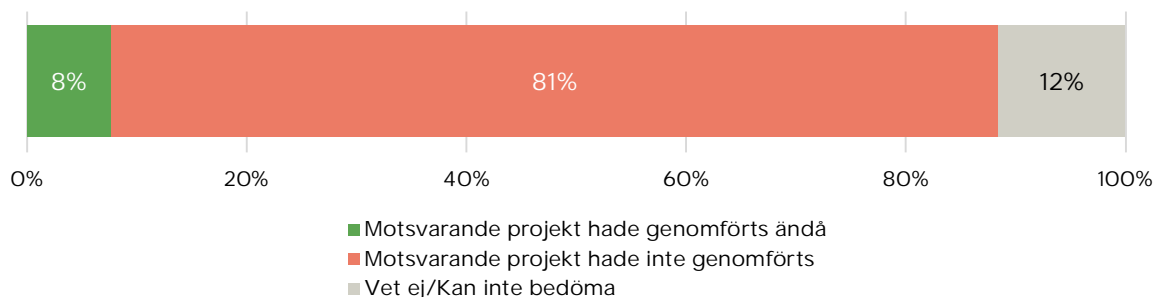
4.2 Utfall från genomförda aktiviteter

PROJEKT MED MOTSVARANDE ORGANISERING OCH INRIKTNING HADE SANNOLIKT INTE SKETT UTAN STÖD FRÅN NRFP

En central uppgift för en utvärdering är att utforska vad som hade skett i frånvaron av en intervention, så kallad additionalitet. Detta kan handla om investeringar som annars hade uteblivit, att företag och akademi skulle ha fokuserat och agerat på annorlunda sätt eller att exempelvis den kunskap som produceras genom programmet skulle ha uteblivit. Vi har använt flera källor för att bedöma NRFP:s additionalitet. Dels har vi ställt frågor om detta till företag, doktorander och projektledare genom intervjuer och enkäter, kartlagt inriktning för andra potentiella finansieringskällor med liknande ändamål, dels intervjuat företagen om deras förutsättningar att finansiera motsvarande insatser i frånvaro av NRFP.

I Rambolls enkät bedömer en majoritet av projektledarna att motsvarande projekt ej hade varit möjligt att genomföra utan finansiering från NRFP. Enbart två projektledare, eller 8 procent, uppger att de hade kunnat genomföra projektet utan extern finansiering. Båda dessa uppger att projektet däremot hade fått genomföras i en mindre omfattning och över ett betydligt längre tidsspann.

Figur 13. Projektledarnas bedömning av vad som hade hänt om de inte fått finansiering från NRFP (n=26)

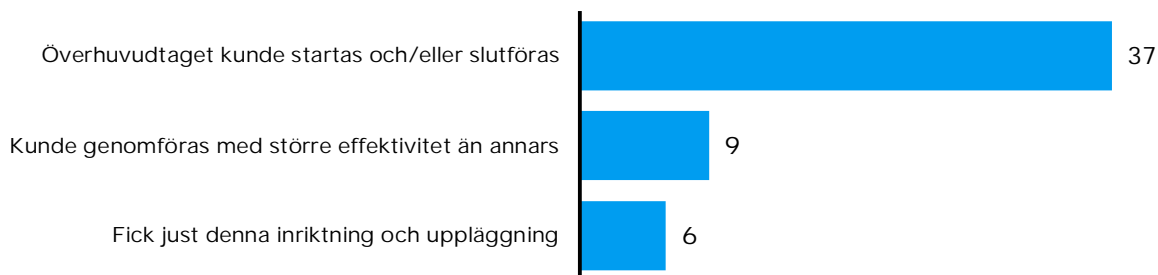


Bilden som ges ovan bekräftas i intervjuer med företagen. Det uppges inte finnas budgetutrymme för osäkra FoU-projekt i samverkan med akademien för tekniker som ligger långt från tillämpning. Samtidigt finns möjlighet att söka medel från andra program med liknande syfte. För industrin finns i första hand Teknikutvecklingsprogrammet på nationell nivå. På europeisk nivå är det främst utlysningar av ESA som är relevanta för såväl forskare som industri. Utöver detta finns Programmet för rymdtekniska tillämpningar (RyT) riktat till små- och medelstora företag. Den grundforskning som Rymdstyrelsen finansierar omfattar drygt 100 miljoner kronor årligen, ej inbegripet InnovativaForskningsSatelliter (IFS) eller ballong- och raketprogrammet. Under 2020 utfärdades 35 forskningskontrakt, men det kan vara mer än 1 person som delar på samma kontrakt. Sammantaget finns det andra forskningsprogram som representanter från akademien kan delta i, medan det för industrin finns få motsvarande program med liknande inriktning.

De flesta avslutade projekt från omgång 1–4 inom NRFP har fyllt i en slutrapport. I slutrapportsenkäterna framgår att NRFP uppfattas som att ha haft en stor påverkan på förutsättningarna för att projektet skulle genomföras överhuvudtaget.

Figur 14. Betydelsen av NRFP för projektets genomförande och inriktning (avslutade projekt, samtliga omgångar)

NRFP:s bidrag innebär att projektet/etappen...



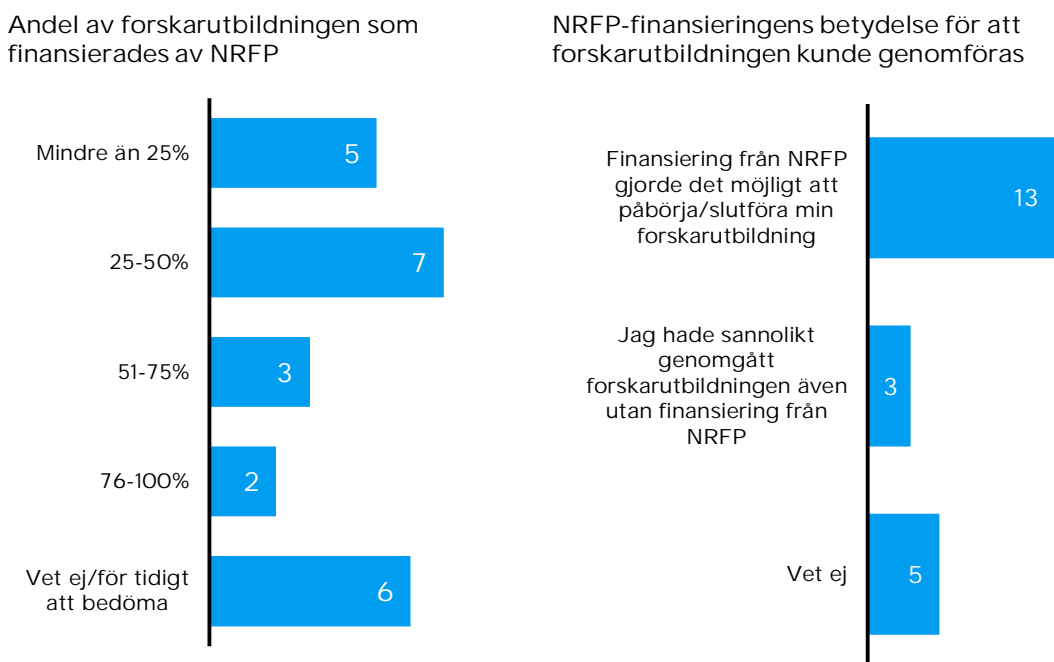
NRFP HAR BIDRAGIT TILL FORSKARUTBILDAD KOMPETENS INOM RYMDTEKNISKA OMRÅDEN

Företagen och Rymdstyrelsen har identifierat 42 individer som fått stöd från NRFP som en del av sin forskarutbildning. Ramboll har genomfört en enkätundersökning med dessa individer avseende bakgrund, forskningens inriktning och deras sysselsättning idag. Totalt har 57 procent besvarat Rambolls enkät. Enskilda individer angav att de förvisso fått finansiering från NRFP men inte inom ramen för deras forskarutbildning. Angivet antal personer som fått finansiering från NRFP för genomförande av en forskarutbildning bör därför ses ligga på runt 40 personer.

Av de som besvarat enkäten genomförde en majoritet (17 st.) en doktorandutbildning, två stycken licentiat och fem Annat (exempelvis post-doc som ej rör forskarutbildning). Drygt 40 procent har en pågående forskarutbildning vid tid för enkäten och nästintill samtliga är institutionsdoktorander.

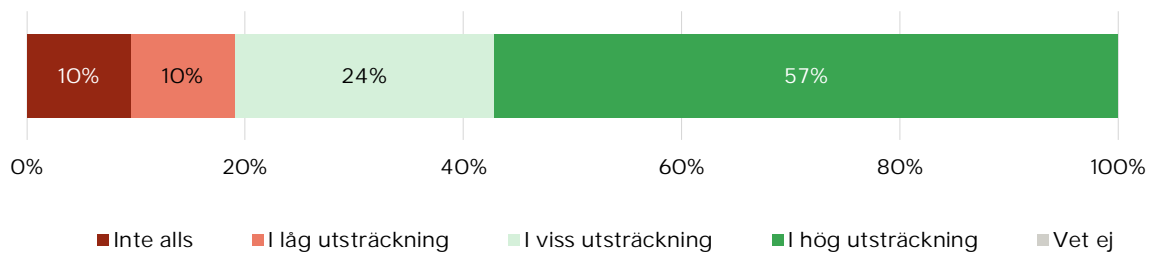
Majoriteten av forskarstuderanden slutförde en högskoleutbildning på universitet eller högskola innan de påbörjade forskarutbildningen. Ett fåtal arbetade tidigare på företag inom rymdindustrin eller övriga branscher före forskarstudierna. De flesta forskarstuderandens utbildningar finansierades upp till 50% av NRFP och en majoritet anser att finansieringen från NRFP var avgörande för att forskarutbildningen skulle kunna genomföras.

Figur 15 Finansiering och betydelse av NRFP för genomförande av forskarutbildning (antal)



En intressant aspekt är huruvida inriktningen på de frågeställningar som utforskas av de forskarstuderande påverkats av finansieringen från NRFP. För 57% av forskarstuderanden har finansiering från NRFP påverkat deras forskningsinriktning gentemot rymdtekniska frågeställningar.

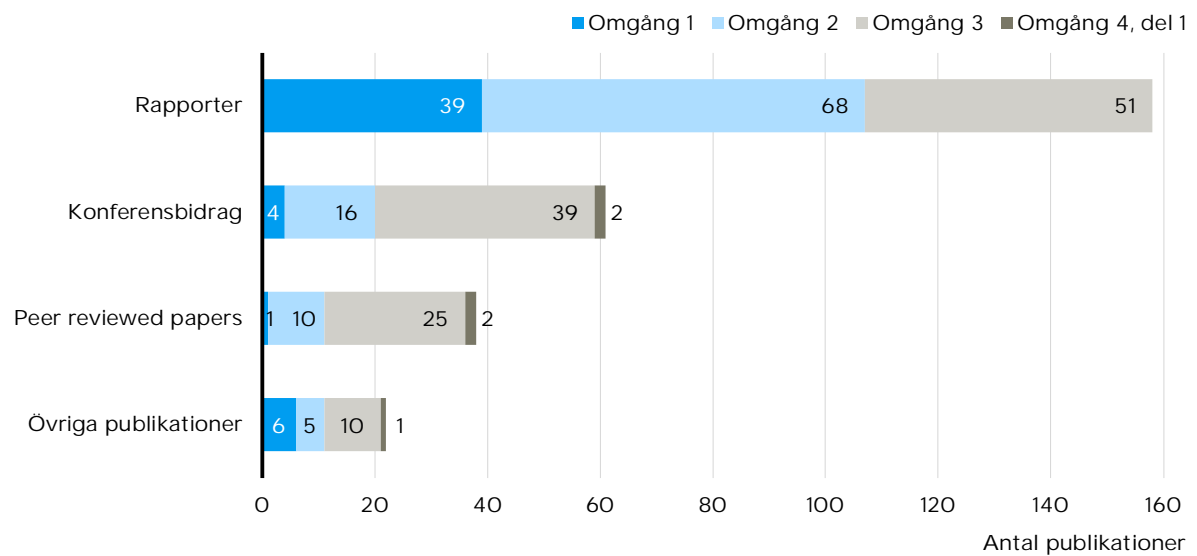
Figur 16 I vilken utsträckning respondenterna ansåg att möjligheten till finansiering från NRFP påverkade inriktningen på forskarstuderandens forskning (n=24)



NRFP HAR BIDRAGIT TILL PRODUKTION AV NY KUNSKAP SOM FRÄMST ÄR TILLGÄNGLIG FÖR DELTAGANDE FÖRETAG

Ramboll bedömer att NRFP har bidragit till ett omfattande kunskapsmaterial om rymdrelaterade frågeställningar. Erfarenheter och resultat från projekten dokumenteras och publiceras i slutrapporter och olika former av vetenskapliga publikationer för andra att ta del av. Enligt projektens slutrapportering har projekten publicerat 279 publikationer under de olika omgångarna, varav 158 rapporter, 61 konferensbidrag samt 38 peer review-artiklar. Siffrorna baseras på 48 av 58 avslutade NRFP-projekt³⁵ och avser vid tid för slutrapportering. Ytterligare publikationer har sannolikt genererats från projekten.

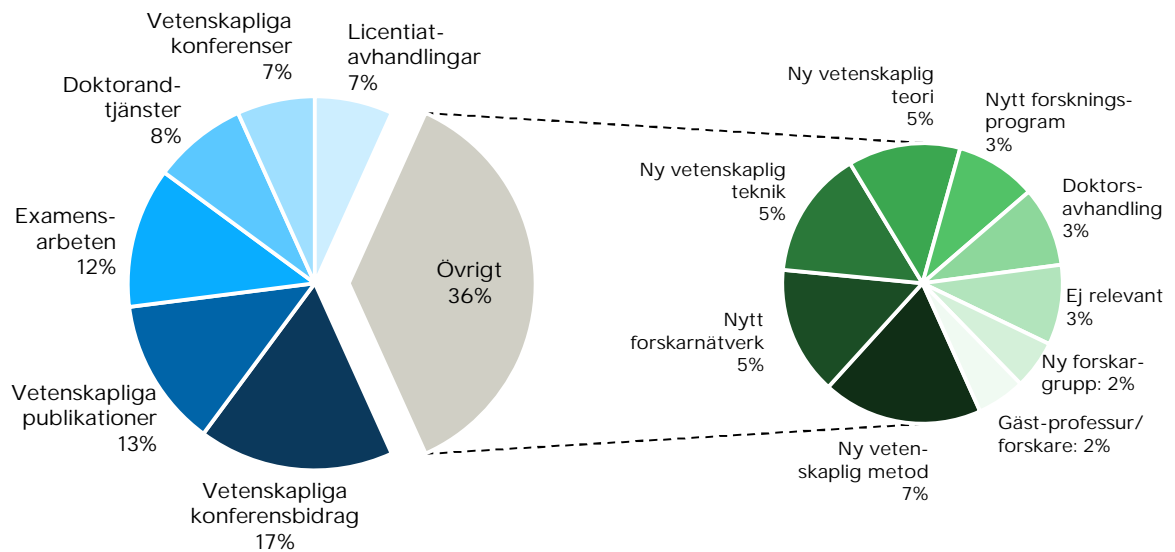
Figur 17 Antal utgivna publikationer vid projektavslut, per typ och omgång



I projektens slutrapporter anges vad projektet resulterat i både inom och utanför forskarsamhället baserat på ett antal förvalda kategorier. I figuren nedan redovisas för vad avslutade projekt resulterat i inom forskarsamhället. Som framgår är vetenskapliga konferensbidrag den enskilt vanligaste sättet som resultat från projektet sprids till övriga delar av forskarsamhället, följt av examensarbeten och vetenskapliga publikationer.

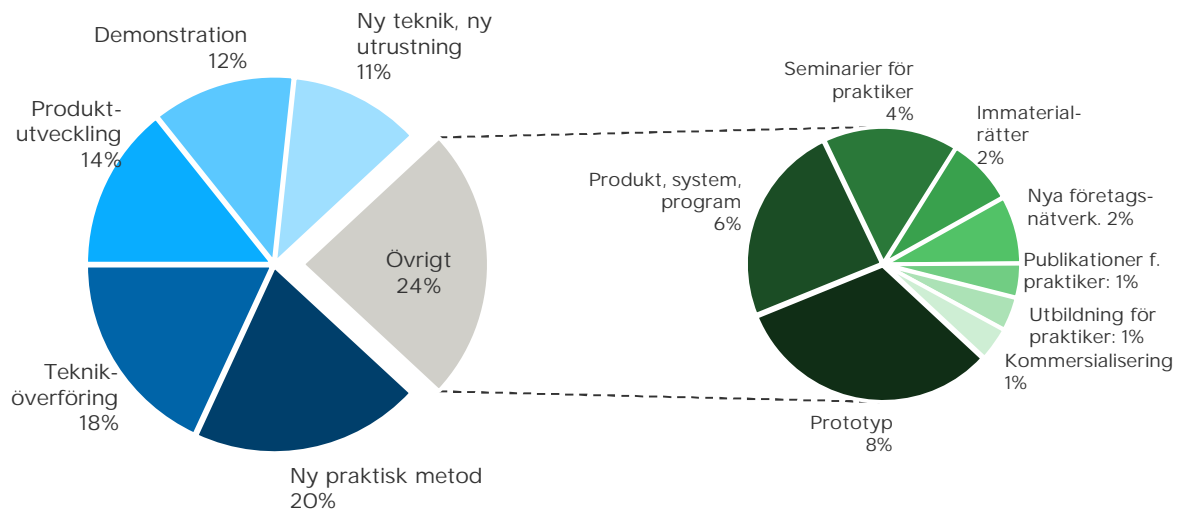
³⁵ Underlaget skiljer sig från tidigare figurer då det saknas slutrapport för sex projekt inom omgång 1 och tre i omgång 2. Ett av dessa projekt blev en del av ett annat projekt och lämnade därför inte en egen slutrapport. Slutrapporten för det nya projektet är inräknad. För ett projekt i omgång 2 saknar slutredovisningen information om utgivna publikationer.

Figur 18 Inom forskarsamhället har avslutade projekt resulterat i (avslutade projekt, samtliga omgångar)



För industrin är vi intresserade av andra typer av resultat. I slutrapporterna uppger projektledarna att projekten i flest fall resulterat i nya praktiska metoder, följt av tekniköverföring och produktutveckling.

Figur 19 För industrin har avslutade projekt resulterat i (avslutade projekt, samtliga omgångar)

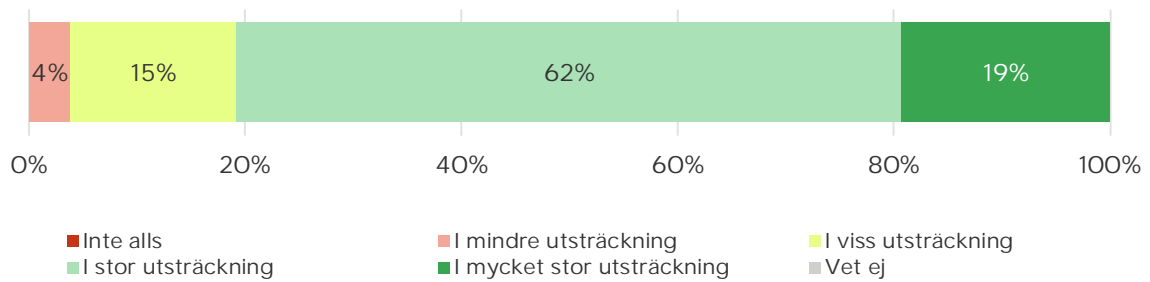


De slutrapporter som produceras inom programmet bedöms överlag vara kortfattade i hur de redovisar syfte, metod och resultat från projektet. Enstaka undantag finns. Aktiviteter sker för att sprida kunskap från projekten till deltagarna i programmet liksom halvtids- och slutseminarium. Slutrapporterna bedöms dock som svårtillgängliga för andra att ta del av. Det finns således en omfattande kunskapsbank som inte fullt ut är kodifierad och som främst är tillgänglig för deltagande företag.

MÅLUPPFYLLELSEN UPPFATTAS SOM GOD BLAND PROJEKTLEDARNA

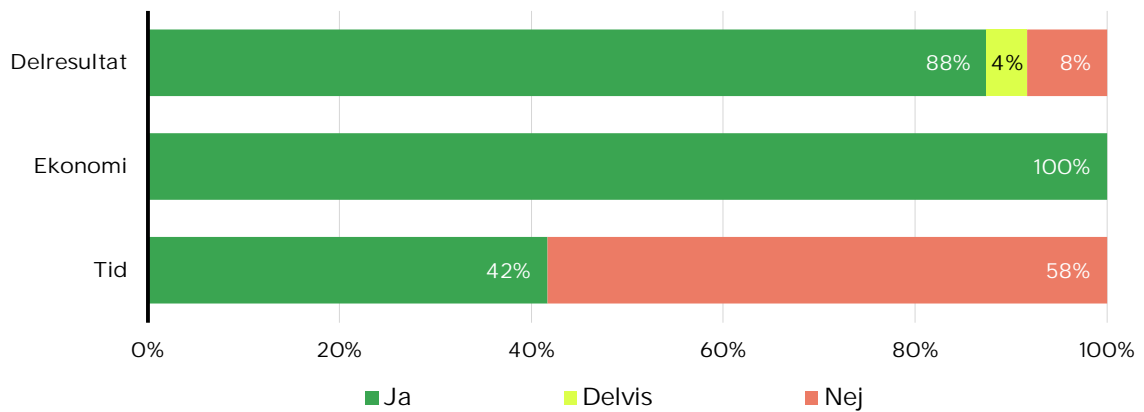
Majoriteten projektledare i Rambolls enkät (81 procent) bedömer att deras projekt i stor eller mycket stor utsträckning uppnått de målsättningar som fanns. Ett par av dessa projektledare uppger däremot att även om projektet i stor utsträckning bedöms ha nått uppsatta mål så lyckades de inte med implementeringen i lika stor utsträckning som de hade hoppats på grund av andra utomstående faktorer.

Figur 20. Projektledarnas bedömning av huruvida projekten lyckades nå uppsatta målsättningar (n=26)



I projektens slutrapporter ställs även frågor om projektens genomförande och utfall. Figuren nedan avser slutrapporteringar som baseras på 48 av 75 projekt i samtliga programomgångar. Samtliga projekt uppger att de har följt ekonomiplanen i projektet. Däremot har inte projekten lyckats hålla tidplanen i samma utsträckning, där nästan 60% av projekten uppger att de inte lyckats hålla tidplanen. Majoriteten (88%) av projekten uppger att de följt planen avseende delresultat.

Figur 21 Projektens bedömning avseende ifall projekten följt planen avseende tid, ekonomi och delresultat



5. EFFEKTER AV NRFP PÅ KORT OCH LÅNG SIKT

Effekter av samverkansprojekt mellan industri och akademi handlar inte enbart om att kommersialisera nya produkter, tjänster eller processer. Andra viktiga aspekter som redovisas i programlogiken för NRFP består av nya nätverk, kompetensutveckling, förbättrad tillgång till spetskompetens, ny forskningsbaserad kunskap och förbättrad förmåga att omsätta denna kunskap för företagen. Även om vi inte kan identifiera innovationer som har sin grund i ett specifikt NRFP-projekt gör vi antagandet att denna typ av förmågor stärker företagens förutsättningar att utveckla innovationer i andra sammanhang utanför programmet. Olika typer av effekter tar även olika lång tid att realisera. Medan nya nätverk och tillgång till kompetens kan komma företagen till del redan på kort sikt tar det i regel flera år för företag inom rymd att gå från idé till demonstrerat koncept och kommersialisering. I följande kapitel redovisar vi dessa typer av effekter från NRFP fördelat på kort och lång sikt.

5.1 Effekter på kort sikt för industri och akademi

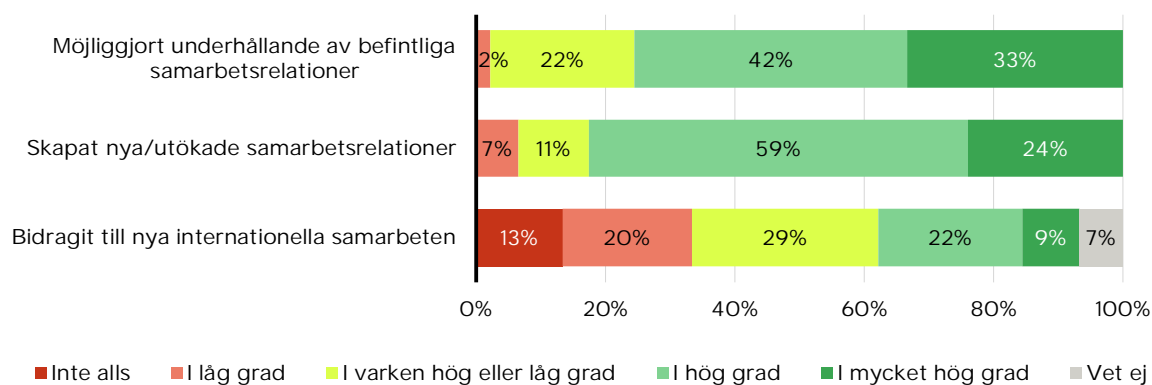
PROGRAMMET BIDRAR TILL ATT FÖRDJUPA OCH BREDDA EXISTERANDE NÄTVERK MELLAN AKADEMI OCH INDUSTRI

Samtliga projekt inom NRFP måste, som nämnts, inkludera en industriell part och en forskningsaktör. Huruvida programmet bidragit till nya samarbeten grundar sig på ifall motsvarande samarbeten inte redan existerade före NRFP eller hade inletts i frånvaro av programmet.

I slutrapporterna fick projektledarna på en femgradig skala ta ställning till olika påståenden om möjliga samarbetseffekter som genererats från projekten. Projektledarna uppger att projekten i första hand bidragit till att skapa nya/utökade samarbetsrelationer, tätt följt av att möjliggjort underhållande av befintliga samarbetsrelationer. Projekten har i mindre utsträckning bidragit till nya internationella samarbeten.

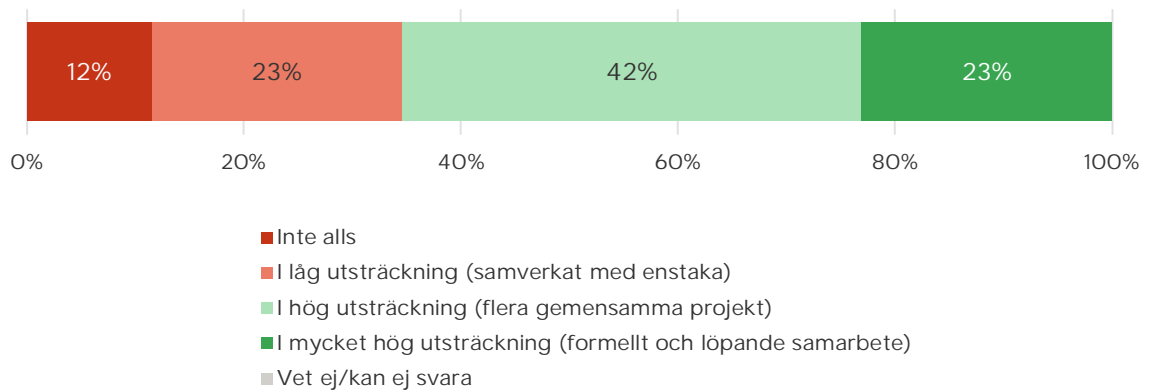
Figur 22 Samarbetseffekter som genererats i avslutade projekt, samtliga programperioder

Projektet har...



Bilden ovan kan kompletteras av hur projektledarna besvarade Rambolls enkät på en liknande frågeställning. Där uppgav 65 procent av projektledarna att de tidigare samarbetat med organisationer som ingick i NRFP-projekten i hög eller mycket hög utsträckning även i program utanför NRFP (se figur nedan). Enbart tre projektledare uppger att de inte har någon tidigare erfarenhet av att samverka med involverade organisationer tidigare.

Figur 23. I vilken utsträckning har din avdelning/enhet/forskargrupp tidigare erfarenhet av att samverka med de organisationer som ingick i projektet/projekten (utanför NRFP)? (n=26)

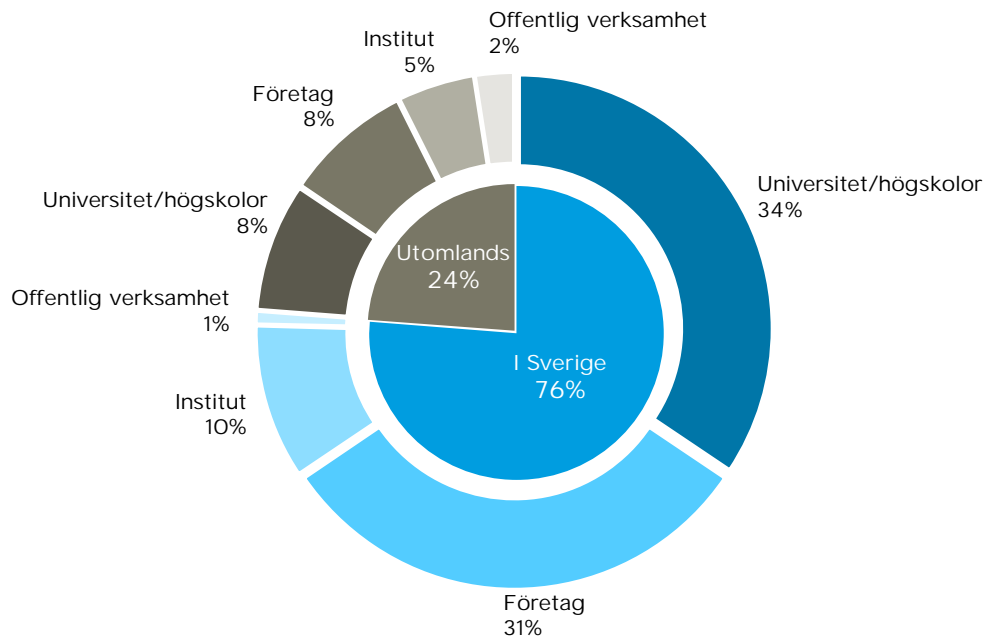


Rambolls bild av NRFP:s bidrag till nya samarbeten mellan industri och akademi är därmed tvetydlig. Å ena sidan uppger deltagande företag i intervjuer och projektrapporter att de hade ett begränsat samarbete med akademien före det att NRFP lanserades 2007, samtidigt samverkar man i stor utsträckning med organisationer man tidigare har upparbetade relationer med. Detta bekräftar den bild Ramboll fått i intervjuer med företagen att det över tid skapats upparbetade kontaktytor med enskilda lärosäten, institutioner och forskare som man vänder sig till med projektidéer – men att dessa ej var organisationer man samverkade med före NRFP. De projektteam som sätts samman utgår från dessa existerande nätverk.

Utifall att företagen upplever att de fått adekvat och värdefullt stöd från en viss forskargrupp inom ett teknikområde är det samtidigt rimligt att de vänder sig till samma grupp för nya projekt av effektivitetsskäl eller av anledningen att den efterfrågade kompetensen ej bedöms finnas på andra platser. I enkäten till projektledarna framgår även denna bild av täta nätverk. För de respondenter som uppgav att de hade tidigare erfarenhet av att samverka med de organisationer som ingick i projektet ställde vi en fråga om de samverkat med samma personer från deltagande organisationer i tidigare projekt. 10 av 17 projektledare uppgav att så var fallet. Det förefaller därmed som att NRFP bidrar till att fördjupa och upprätthålla forskningsnätverk snarare än bredda existerande nätverk. Samtidigt är NRFP inte avgränsat till att skapa samarbeten enbart mellan industrin och rymdrelaterad forskning utan även att nya samarbeten har skett med flera olika discipliner inom lärosätena. Här har NRFP i flera fall bidragit med nya samarbeten mellan forskare utan tidigare rymdrelaterad erfarenhet och rymdföretagen.

I slutrapporterna ställs en fråga om vilka aktörstyper som projekten på ett tydligt sätt skapat nära samarbetsrelationer med inom Sverige och/eller i samarbete med partners i andra länder. Som framgick även tidigare av ovan har nära samarbetsrelationer främst skapats inom Sverige, nästintill lika fördelat mellan lärosäten och företag. Detta återspeglar i sin tur vilka aktörstyper som deltar i programmet.

Figur 24 Aktörstyper som projekten på ett tydligt sätt skapat nära samarbetsrelationer med i Sverige och utomlands (avslutade projekt, samtliga omgångar)



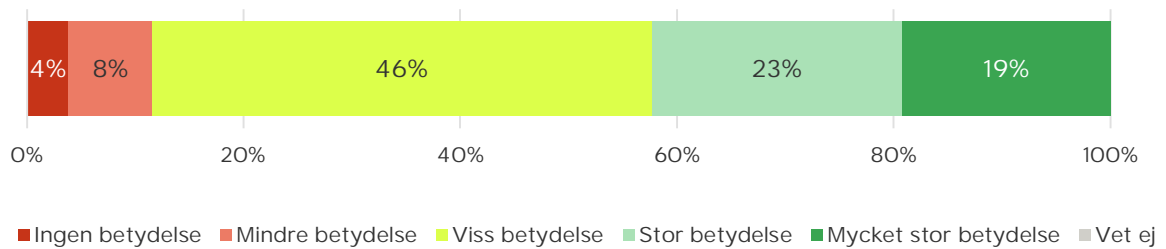
SAMVERKAN UPPRÄTTSHÅLLS FRÄMST GENOM NRFP

Nästan samtliga projektledare som besvarat Rambolls enkät (92 procent) bedömer att projekten har lett till, eller kan leda till nya samarbetsprojekt mellan de organisationer som deltog i de NRFP-finansierade projekten. En avgörande fråga är hur företagen i praktiken ska dra nytta av de nätverk som genereras från NRFP. Företagen uppger att den interna FoU-budgeten i samtliga fall är mycket begränsad och behöver finansieras genom program likt NRFP. Programmet uppges därför starkt bidra till att forskningsprojekt tillsammans med akademien överhuvudtaget ska kunna ske. Den samverkansforskning som sker med akademien bedöms av företagen idag till stor del ske inom ramen för NRFP, bortsett viss samverkansaktivitet exempelvis inom ramen för EU-program och enskilda direkta samarbeten med akademien. De kontaktytor som skapas genom NRFP kräver därmed fortsatt finansiering från programmet för att utmynna i värdeskapande aktiviteter.

NRFP BIDRAR TILL KOMPETENSUTVECKLING HOS PROJEKTDELTAGARE

Oavsett om ett samverkansprojekt resulterar i nya tekniska lösningar eller inte kan deltagarnas yrkesmässiga kompetens stärkas. Denna kompetens kan tas tillvara i andra (ibland på förhand oväntade) sammanhang och bidra till företagets konkurrenskraft. En förutsättning för att deltagande individer ska stärka sin kompetens som följd av samverkansprojektet är att det bygger på just samverkan. En situation där företagen formulerar ett tekniskt problem som forskare vid akademien utifrån sin metodkunskap utforskar och levererar ett svar på bidrar snarare med ökad kunskap än ökad kompetens. I intervjuer med företagen framgår att båda formerna av upplägg förekommer inom NRFP. Detta bekräftas i Rambolls enkät till projektledarna där störst andel respondenter bedömer att NRFP-projekten endast haft en viss betydelse för deras yrkesmässiga kompetensutveckling. Övriga projektledare bedömer att projekten haft en stor eller mycket stor betydelse för kompetensutvecklingen.

Figur 25. Projektledarnas bedömning av vilken betydelse som projekten haft för deras yrkesmässiga kompetensutveckling (n=26)



Spridning av de kunskaper och kompetens som tillskansats genom NRFP sker på flera olika sätt. Dels sker en spridning mellan företagen under de BO-möten när projektresultaten redovisas. Dels har de grupper som arbetar med teknikutveckling/FoU i företagen upparbetade strukturer för kunskapsöverföring internt. Vidare sker en kunskapsspridning genom de akademiska parterna och de publikationer som följer av projektet och i de forum där dessa presentera (ex. tidskrifter, konferenser, NRFP:s halvtids- och slutseminarium, etc.).

ÖKAD KUNSKAP OCH INSIKT OM RYMD HOS FORSKARE FRÅN OLIKA DISCIPLINER

NRFP har haft en betydande påverkan på kompetensutvecklingen hos de projektmedarbetare – ofta doktorander eller juniora forskare – som deltagit i programmet och genomför projektet som en del av sin forskarutbildning. Som vi kan utläsa från portföljanalysen härrör dessa forskare inte enbart från institutioner som främst forskar kring rymdrelaterade frågeställningar. Det kan exempelvis handla om akademisk expertis inom navigation eller design för additiv tillverkning, vilka i ökad mån är relevanta områden att applicera även i rymdsammanhang. NRFP har därmed rimligtvis bidragit till att forskare i början av sin akademiska karriär fått upp ögonen för rymdrelaterad forskning. Detta har potential att bidra både till branschens och akademins framtida kompetensförsörjning på området.

ÖKAD TILLGÅNG TILL FORSKARUTBILDADE MED KUNSKAP OM RYMD FÖR INDUSTRI OCH AKADEMI

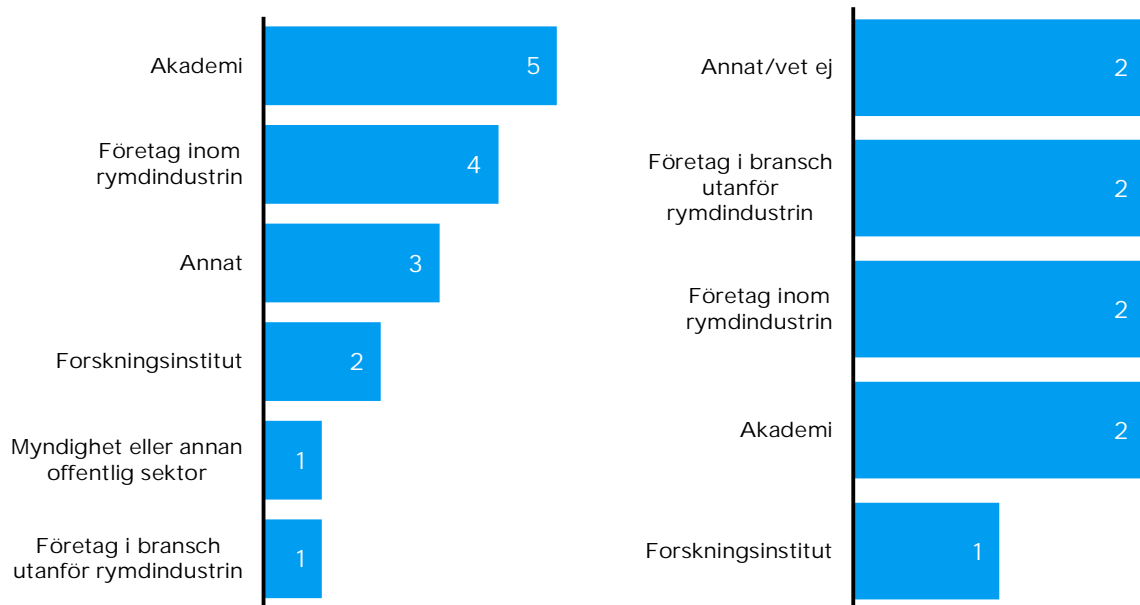
Enligt projektens slutrapporteringar har totalt 74 forskarstuderande involverats i NRFP-projekten. Detta är inte detsamma som att programmet bidragit till att finansiera forskarstudierna som sådana. I vissa fall har samma forskarstuderande involverats i flera projekt, exempelvis om det gäller ett fortsättningsprojekt som forskarstudenten involverats i vid tidigare tillfälle. Därför representerar siffrorna inte helt unikt antal forskarstuderande. Siffrorna baseras på 49/58 avslutade NRFP-projekt som lämnat in slutrapport. Flera projekt saknar dock uppgifter om antal forskarstuderande som involverats.³⁶ Totalt har företagen och Rymdstyrelsen identifierat 42 individer som fått stöd från NRFP som en del av sin forskarutbildning. Drygt hälften av dessa har besvarat Rambolls enkät. Av dessa hade störst andel forskarstuderanden akademien som sin första huvudsakliga arbetsgivare efter avslutade studier. För de som fortfarande genomför sina forskarstudier är det en jämn fördelning mellan olika typer av arbetsgivare som de tror att de sannolikt kommer att ta anställning hos efter avslutade studier.

³⁶ De projekt som inte avslutats har inte rapporterat hur många forskarstuderande som involverats i projektet. Av avslutade projekt saknas en slutrapport för sex projekt inom omgång 1 och tre i omgång 2. Ett av dessa projekt blev en del av ett annat projekt och lämnade därför inte en egen slutrapport. Slutrapporten för det nya projektet är inräknad i redovisningen.

Figur 26. Arbetsgivare efter avslutad forskarutbildning (n=21)

Första huvudsakliga arbetsgivare direkt efter avslutad forskarutbildning

Sannolikt första arbetsgivartyp efter avslutad forskarutbildning



Av de forskarstuderanden som avslutat sina forskarstudier anger nästintill samtliga som besvarat Rambolls enkät att de idag har arbetsuppgifter som helt eller delvis involverar forskning. Två tredjedelar uppger vidare att de idag arbetar med frågeställningar som har anknytning till den forskning som de bedrev under sin forskarutbildning. Av de som arbetar inom akademien eller forskningsinstitut uppger nästan samtliga att de idag i viss eller hög utsträckning med rymdrelaterade frågor.

På det stora hela har NRFP haft en begränsad effekt på tillskottet av forskarutbildad personal till industrin – totalt rör det sig om en handfull personer. Detta har flera förklaringar. Dels finns det begränsat utrymme för högt utbildade och specialiserade kompetenser inom företagen. Dels stannar flera av deltagande forskare kvar inom akademien eller fortsätter sin karriär i andra länder utanför Sverige. Vidare är flera av deltagande forskare inte inriktade på rymdspecifika frågeställningar, varför anställning vid ett rymdföretag är mindre relevant. Samtidigt lyfts i flera företagsintervjuer att NRFP sannolikt gjort det mer attraktivt för enskilda medarbetare att stanna kvar hos företagen och fokusera på forskningsbaserade frågeställningar. Med andra ord, genom NRFP förmås enskilda medarbetare att arbeta på djupet med forskningsbaserad utveckling i samverkan med akademien som medför att de stannar kvar på företagen. Nettotillskottet av kompetens bedöms därmed som positivt. Samtidigt kan vi inte bedöma om den ökade tillgången är relevant i förhållande till behovet eller om NRFP borde fokuserat på att finansiera ännu fler eller färre doktorander. Avslutningsvis är det värt att lyfta fram ett öppet svar i den enkät till projektledarna som Ramboll skickat ut: "Den största utväxlingen av NRFP är inte alltid forskningsresultaten, utan att doktorander och forskare exponeras för problemställningar som är unika för rymdindustrin".

KUNSKAP KRING TEKNIK- OCH PRODUKTUTVECKLING OMSÄTTS I DELTAGANDE FÖRETAG

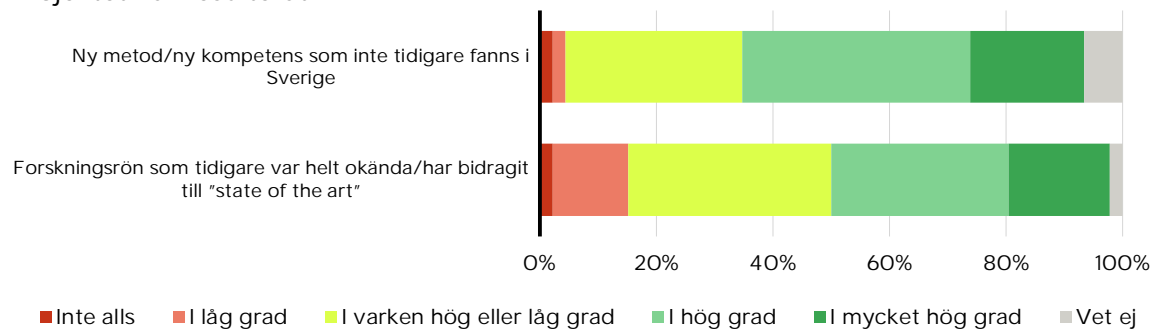
De företag som deltar i NRFP omsätter kunskap från genomförda projekt på olika sätt. I genomförda intervjuer med företagen framkommer att NRFP-projekten handlar om att testa nya tekniker och koncept som präglas av en större osäkerhet eller som kräver specialiserad akademisk kompetens. Ifall projektresultatet faller väl ut finns grund för att ta vidare kunskapen i nya projekt och förflytta sig högre upp på TRL-skalan, exempelvis genom deltagande i något av ESA:s program. Nedan ges ett sådant exempel från OHB:s arbete med GPS-navigering.

Om projektet	
Projektnamn	GPS Navigation in Geostationary Orbit (NRFP 2)
Projektperiod, bidrag från NRFP	2011–2013, NRFP-bidrag 1,2 mnkr. Total projektbudget 2,4 mnkr.
Projektpartners	OHB Sweden AB, Kungliga Tekniska Högskolan (KTH, Inst. för Reglerteknik)
Projektbeskrivning	
<p>Dagens geostationära satelliter opereras genom att man bestämmer satellitens bana med inmätningar från marken för att sedan propagera fram satellitens framtida position (under t.ex. en eller två veckor) och i förväg beräkna de kommandosekvenser som är nödvändiga för satellitens bankkontroll under den tiden. På grund av propageringsfel så behövs extra marginaler för att garantera att satelliten håller sig inom sitt tillåtna område och detta leder till extra bränsleförbrukning.</p> <p>För att minska det operationella arbetet och även för att reducera bränsleförbrukningen (och på så sätt öka den möjliga nyttolasten) är tanken att framtidens geostationära telekommunikationssatelliter kommer ha GPS-mottagare ombord för att själva kunna bestämma sin position och i förlängningen autonomt utföra den bankkontroll som är nödvändig för att de ska hålla sig kvar inom sin bana. Den positioneringsnoggrannhet som förväntas (100–200 m) är ungefär en tiopotens bättre än den som uppnås med markbaserad positionsbestämning. Detta möjliggör också samlokalisering av fler satelliter inom en och samma geostationära bana, vilket är en viktig aspekt eftersom den geostationära ringen är en begränsad naturresurs.</p> <p>Projektet har gått ut på att ta fram en avancerad mjukvarusimulator där valfri satellitbana och attitydprofil kan matas in och få fram signalstyrkor från alla för satelliten synliga GNSS-satelliter (Global Navigation Satellite System). I simulatoren finns även en modell av både GNSS-mottagaren och navigationsfiltret. Projektmålet är att kunna ta fram prototypalgoritmer som tillåter en geostationär satellit att genom ombord-GPS, autonomt och kontinuerligt mäta sin position tredimensionellt med en noggrannhet av 100–200 m.</p>	
Projektets genomförande och resultat	
<p>Projektet har genomförts i samarbete mellan OHB Sweden och KTH, Institutionen för reglerteknik, som haft en post-doc med särskild expertis inom GPS-navigering arbetandes i projektet. Sverige är internationellt ledande inom teoretisk forskning inom området signaler och system och har stor erfarenhet av utmanande tillämpningar. Post-docen har bidragit med expertis inom GPS-navigering och OHB har bidragit med bland annat modeller för bandynamik för satelliter. Post-docen byggde genom projektet upp ovan nämnd mjukvarusimulator och simuleringsmodell. Genom modellen går det att räkna fram positionsfel som en funktion av tid.</p> <p>Projektet har demonstrerat att den eftersträfvade noggrannheten kunde uppnås. Projektet resulterade i ett verktyg (modellen) som är relevant och kan användas än idag för att simulera GPS-banor, och som även har gett upphov till fler uppdrag för OHB inom området, exempelvis en ESA-studie (European Space Agency) inom samma område. Projektet har utgjort hävstång för att vinna nya projekt för OHB, där mjukvarusimulatorens kunnat presenteras som ett relevant verktyg redan i offertskedet. Vidare så har projektet möjliggjort nya samarbeten med bl.a. RUAG och Airbus inom ramen för s.k. Electra-satelliten.</p>	
Effekter av projektet	
<p>En viktig effekt av projektet har varit ovan nämnda fortsättningsprojekt inom ramen för bl.a. ESA, som ökat OHB Swedens teknologiska spets, positionering och konkurrensförmåga inom området AOCS (Attitude and Orbit Control) för satelliter. De stora effektfördelarna för slutkunden (satellitoperatören) är avsevärt lägre kostnader för marksegmentet eftersom man med ombord-GPS inte behöver kontinuerlig, och operatörsassisterad, baninmätning via markbaserade antenner. Ombord-GPS möjliggör dessutom tätare samlokalisering av flera satelliter inom en och samma geostationära bana.</p> <p>Det är ännu inte standard med ombord-navigering med GPS. Telekombranschens utveckling är osäker, och det råder låg efterfrågan på telekomsatelliter, bl.a. eftersom det börjar finnas fler markalternativ. Ombord-GPS diskuteras nu även i andra sammanhang, exempelvis avseende problemen med rymdskrot, där ombord-GPS kan vara en del i att automatisera s.k. Collision Avoidance-manövrer för stora satelliter</p> <p>Projektet beskrivs även ha skapat en utvecklad samarbetsrelation mellan OHB och KTH, samt goda forskningsvärden för akademien, exempelvis genom en konferensartikel där resultat från projektet presenterades. OHB har efter projektet även haft ex-jobbare inne från bland annat KTH och har även stöttat KTH:s ansökan om ett rymdtekniklaboratorium.</p>	

På kort sikt handlar kunskap från NRFP-projekten i princip alltid om att kunskap från ett projekt tas vidare i fortsatt utvecklingsarbete, snarare än att det omsätts i nya produkter på kort sikt. Därför är det av största vikt att den kunskap som genereras i projekten har ett nyhetsvärde inom relevant teknikområde. En majoritet av projekten anger i sina slutrapporter att projektresultatens teknikvetenskapliga nyhetsvärde har varit stort.

Figur 27. Teknikvetenskapligt nyhetsvärde som genererats i avslutade projekt, samtliga programperioder

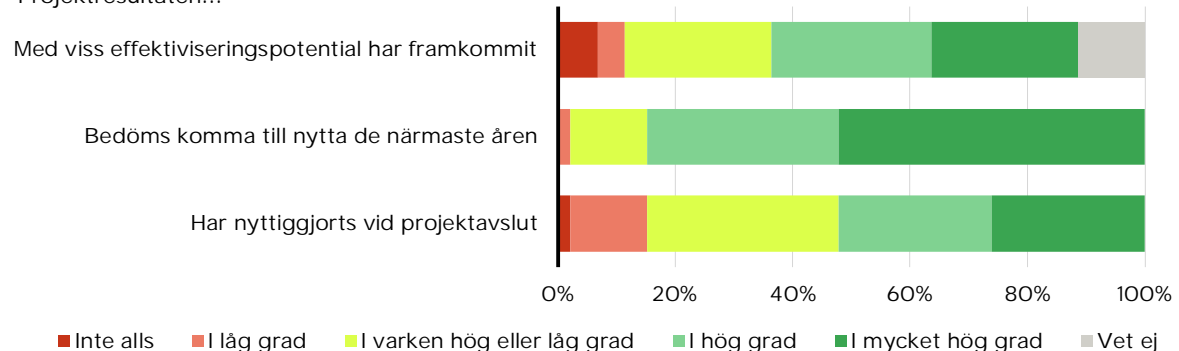
Projektet har resulterat i...



I Rambolls enkät till projektledarna framgår att projekten har för avsikt att åstadkomma medelstora eller ganska stora förändringar. Enbart ett fåtal respondenter uppger att de endast hade för avsikt att åstadkomma små eller inkrementella förändringar. Trots detta anger en majoritet av projekten i slutrapporter att projektresultatet har nyttiggjorts vid projektavslut eller bedöms komma till nytta de närmaste åren. Detta innebär inte att projektresultaten omsätts i nya produkter, tjänster eller processer utan kan även innefatta exempelvis ny kunskap som underlag för fortsatt utvecklingsarbete inom ramen för andra FoU-program. Detta är i sig rimligt givet hur förhållandevis små och korta som NRFP-projekten faktiskt är.

Figur 28. Projektens betydelse för industrins konkurrenskraft på kort sikt, samtliga programperioder

Projektresultaten...



Det är inte givet att samtliga projekt direkt ska överföras till andra följdprojekt eller in i produktutveckling för att skapa nytta. Teknikutvecklingsprojekt som misslyckas med att uppnå förväntade projektmål är inga misslyckanden om de baserat på vetenskapliga metoder och har bidragit med insikter exempelvis kring begränsningar i teknikens potential. Sådan kunskap kan fungera som viktiga underlag för företagens beslut om framtida inriktningar av sitt FoU-arbete.

5.2 Bidrag till effekter på lång sikt

ÖKAD FÖRMÅGA FÖR INDUSTRIEN ATT INITIERA OCH OMSÄTTA FORSKNINGSPROJEKT I SIN PRODUKTUTVECKLING

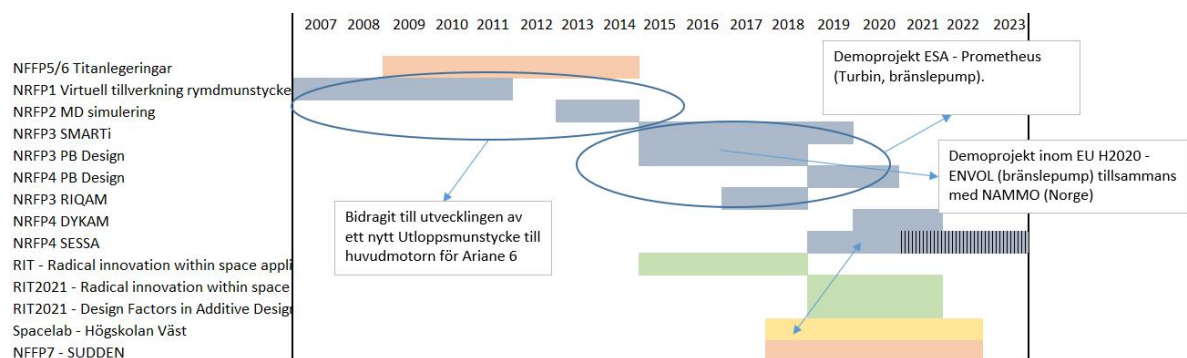
Den samverkansforskning som genomförs inom NRFP ska inte enbart resultera i nya produkter och tjänster. I programlogiken finns även ett antagande om att samverkansprojekten ska generera "mjuka" värden i form av ökade förmågor för rymdindustrin, till exempel att bättre kunna initiera

utvecklingsprojekt med akademi samt bättre kunna omsätta denna kunskap i sitt produktutvecklingsarbete. För somliga av företagen är akademien inte bara en samarbetspartner utan även en viktig kund genom att de akademiska parterna genomför beställningar från företagen. Genom NRFP bygger företagen upp en förståelse för kommande behov hos akademien som kan påverka framtida utvecklingsinsatser.

Ett sätt att stärka företagets förmåga att initiera och omsätta forskningsprojekt är att anställa forskarutbildad personal. I projektrapporterna uppger nästintill samtliga respondenter att projekten inte lett till flytt av projektdeltagare mellan företag-akademi eller vice versa. Vad som istället lyfts fram i intervjuer med företagen är att samverkansprojekten inom NRFP bidrar med två stora mervärden som påverkar industrins förmåga att initiera och omsätta forskningsbaserad kunskap i sin verksamhet. Dels uppges att samverkansprojekten bidrar till att deltagande personal får upp ögonen för nya tekniker och tillämpningar och därmed inte fastnar i gamla spår. Dels bidrar projekten med en yrkesmässig kompetensutveckling för deltagande personal. Detta bekräftas i Rambolls enkät till projektledarna där en majoritet anser att projekten haft en viss eller till och med stor eller mycket stor betydelse för deras yrkesmässiga kompetensutveckling.

Den kanske största effekten från NRFP avseende företagets förutsättningar att bedriva ett fortsatt utvecklingsarbete inom ett visst teknikområde är förbättrade möjligheter att i nästa led delta i ESA-projekt. NRFP stärker därmed industrins förmåga att initiera nya produktutvecklingsprojekt inom ESA. Ofta sker detta på basis av flera återkommande projekt som hänger samman med varandra. För att illustrera hur projekt i olika omgångar av NRFP kan hänga samman med varandra redovisas nedan en projektkatalog för GKN där projekten inom NRFP 1–4 hänger ihop enligt en logik och kompletteras med finansiering även från andra källor/projekt i samma riktning, som sammantaget skapar en plattform för projekt inom ex. ESA och Horisont2020.

Figur 29 Relation mellan projekt inom och utanför NRFP för GKN (figur från GKN)



NRFP HAR I VISS UTSTRÄCKNING BIDRAGIT TILL ATT SKAPA STARKA OCH RELEVANTA FOI-MILJÖER I SVERIGE

NRFP har totalt bidragit till att finansiera forskning för 100 miljoner kronor vid svenska lärosäten, och en lika hög summa inom industrin genom sina egna bidrag. Rambolls bild är att den typ av samverkansprojekt som genomförts inom NRFP inte hade skett i frånvaro av programmet, exempelvis genom finansiering från andra program. Framförallt hade inte projekten skett på initiativ av akademien då frågeställningarna i NRFP-projekten i första hand formulerats av företagen och inte av forskarna vid akademien själva. Trots detta har 19 forskningsanslag totalt ansökts om under omgångarna vid tid för slutrapporten som följd av deltagande i programmet. NRFP har därmed bidragit med inspel till forskningsprojekt som söker finansiering från andra källor utanför programmet.

NRFP involverar forskare från flera olika lärosäten och discipliner. Det finns således inte en koncentration av FoI-medel som kanaliserats till ett enskilt forskningsfält kopplat till rymdforskning. Snarare deltar forskare från discipliner som inte tidigare har forskat på frågeställningar rörande rymd. Genom programmet får dessa individer upp ögonen för rymd. Men omfattningen av finansiering bör i första hand betraktas som begränsad för de allra flesta forskningsaktörer som deltar i programmet. En parallell kan göras till statens forskningsprogram för fordonsrelaterad forskning och innovation (FFI-programmet) där exempelvis över 600 miljoner kronor har beviljats enbart till CTH under 2009–

2019 inom områdena trafiksäkerhet eller energieffektiva fordon. NRFP:s bidrag till utvecklingen av starka FoI-miljöer inom rymd bör därför ses i ljuset av att programmets budget är liten relativt lärosätenas totala anslag eller andra stora FoI-program. Påverkan från NRFP på svenska FoI-miljöer inom rymd bedöms istället vara som störst inom enskilda nischområden och för företagen. För företagen uppges inte heller NRFP med nuvarande finansieringsmodell kunnat vara större då företagens tillgängliga FoU-medel sätter begränsningar för detta. Hur NRFP kan bidra till starka FoI-miljöer exemplifieras i fallstudien nedan utifrån GKN:s samarbete med LTU, där flera återkommande projekt över programomgångar byggt upp gemensam kompetens kring additiv tillverkning för rymdverksamhet.

Om projekten	
Projektnamn	Flera samarbetsprojekt mellan GKN Aerospace och Luleå tekniska universitet (LTU) inom additiv tillverkning i rymdtillämpningar (NRFP 1, 2, 3, 4)
Projektperiod, bidrag från NRFP	<p>2007–2010 (NRFP 1, bidrag från programmet 1,8 mnkr), Virtuellt tillverkning av raketmunstycke</p> <p>2013–2014 (NRFP 2, bidrag från programmet 1,4 mnkr), Utveckling och validering av beräkningsmodell för svets och MD processer</p> <p>2015–2019 (NRFP 3, bidrag från programmet 1,58 mnkr), SMARTi - Samband mellan additiv Metalldeponeringsprocess, mikrostruktur och mekaniska egenskaper för Ti-6Al-4V</p> <p>2015–2018 (NRFP 3, bidrag från programmet 600 tkr), Utvecklings- och kvalificeringsmetoder för additiv tillverkning i rymdtillämpningar</p> <p>2018–2019 (NRFP 3, bidrag från programmet 2,487mnkr (1,456 till LTU och 1,031 till Chalmers). RIQAM, Radical Innovation and Qualification using Additive Manufacturing</p> <p>2019–2020 (NRFP 4, bidrag från programmet 200 tkr), Riktlinjer för kvalificering av additivt tillverkade komponenter i rymdtillämpningar</p> <p>2019–2020 (NRFP 4, bidrag från programmet 500 tkr), SLM:ed Stainless Steels for Space Applications (SeSSA)</p> <p>2020–2021 (NRFP 4, bidrag från programmet 130 tkr), DYKAM – Design och Ytors effekt vid Kvalificering av additiv tillverkning (AM)</p>
Projektpartners	GKN Aerospace, Luleå tekniska universitet
Projektbeskrivning	
<p>Inom ramen för NRFP har flera projekt kopplat till additiv tillverkning i rymdtillämpningar genomförts i samverkan mellan GKN och LTU. Projekten knyter an till GKN:s specialisering inom komponenter till motorer för flygplan och rymdraketer, vilket bland annat handlar om tillverkning av rymdmunstycken och turbiner som driver värmepumpar, samt dit relaterad FoU.</p> <p>Additiv tillverkning (t.ex. 3D-printing och lättviktsteknologi) kan bidra till att färre komponenter behöver användas i tillverkningen och därmed till minskad materialförbrukning och lägre kostnader. Resultatet av detta blir även sparad vikt och ökad mängd nyttolast (ökad prestanda) på exempelvis en rymdraket. Med additiv tillverkningsdesign kan produkter och tekniker även designas och testas genom digital simulering istället för fysiska prototyper. GKN arbetar långsiktigt med forskning och utveckling tillsammans med universitet, högskolor och forskningsinstitut och har ett stort antal doktorander aktiva i olika forskningsprojekt runt om i Sverige, även inom exempelvis det närliggande så kallade NFFP-programmet om flygforskning.</p> <p>LTU är i sin tur specialiserade på material, processer och design kopplat till additiv tillverkning. Genom projekten har GKN kunnat få stöd från LTU inom framförallt design, materialteknik och processsimulering för additiv tillverkning genom både doktorander och seniora forskare. LTU och GKN hade inget samarbete på rymdsidan innan NRFP, men har nu flera doktorander igång och även samverkan med andra lärosäten.</p>	
Projektens genomförande och resultat	
<p>De projekt som GKN drivit tillsammans med LTU har varit fokuserade på att utveckla material och tekniker, men också produktinnovation och design inom additiv tillverkning för motorkomponenter till rymdraketer. Projekten har bland annat handlat om virtuell tillverkning av ett rymdmunstycke, simulering av olika lösningar (t.ex. svetsning i 3D), materialegenskaper kopplat till olika processer inom additiv tillverkning, utvecklings- och kvalificeringsmetoder för additiv tillverkning i rymdtillämpningar samt design och ytors effekt vid kvalificering av additiv tillverkning. Ett viktigt gemensamt fokusområde är att genom additiv tillverkning utveckla material och utvecklingsmetoder som är anpassade för extrema temperaturer och förhållanden för raketmotorer.</p> <p>Projekten har i flera fall varit nära integrerade med varandra och beskrivs överlag som framgångsrika. Projektens resultat har bl.a. bidragit till utvecklingen av ett nytt utloppsmunstycke till huvudmotorn för bärraketen Ariane 6 (NRFP 1 och 2), demoprojektet Prometheus som arbetar med en demonstrator för en bränslepumpsturbin inom ramen för European Space Agency (ESA) samt demoprojektet ENVOL om bränslepumpar i uppskjutningssystem inom ramen</p>	

för Horisont 2020 (NRFP 3 och 4). För LTU har viktiga resultat av projekten bl.a varit ett flertal akademiska publikationer, två avhandlingar och deltagande på internationella konferenser inom området.

Effekter av projekten

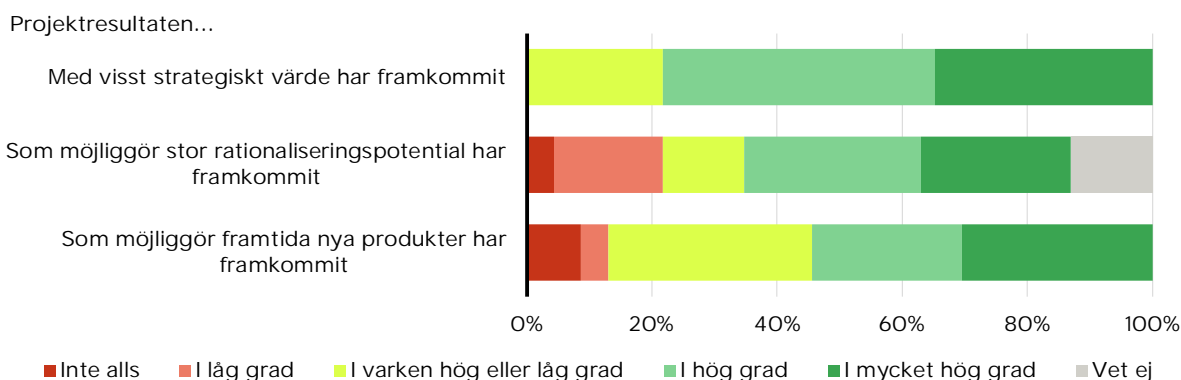
Viktiga effekter av projekten är främst den teknikmognad inom additiv tillverkning i rymdtillämpningar som projekten gett upphov till, men också det kontinuerligt utvecklade samarbetet mellan industri och akademi som snabbat på och möjliggjort teknikmognaden. Med additiv tillverkningsteknik kan produkter göras lättare och därmed billigare, vilket gynnar industrins konkurrenskraft. Det stärker även industrins teknikmognad och GKN:s positionering på området internationellt. De fortsättningsprojekt inom ESA och Horisont 2020 som projekten gett upphov till är ett bevis på detta och en viktig effekt av projekten.

Akademin har genom projekten byggt upp en större förståelse för tillämpad additiv tillverkning och vilken kravbild som industrin jobbar med på området. De doktorander som arbetat i projekten har specialiserat sig inom området och har i flera fall även kunnat ta anställning inom industrin, eller gått mellan industri och akademi. Dessa, tillsammans med de seniora forskare som engagerats i projekten, bildar ett nätverk av specialiserade kompetenser inom området, vilket är viktigt för fortsatt forskning, utveckling och internationell konkurrenskraft. För LTU har projekten inneburit en breddad kontaktyta mot GKN och ett starkare samarbete med industrin inom design och materialtekniska tillämpningar.

NYA PRODUKTER OCH TJÄNSTER SOM UTFORSKATS INOM NRFP BEFINNER SIG TILL STÖRSTA DEL FORTFARANDE I UTVECKLINGSSTADIE

Rymdsektorn bygger på en mycket speciell affärsmodell. Till skillnad från de flesta branscher där målet för företag är att sälja produkter och tjänster på en kommersiell marknad bygger rymdsektorn till stor del på offentliga kunder. Även om en viss förändring mot en mer kommersiell rymdsektor är i antågande har deltagande i offentligt finansierade FoU-program som ESA i alla fall historiskt likställts med lyckad kommersialisering. Vidare präglas branschen av väldigt långa ledtider om 15–20 år, det vill säga längre än NRFP funnits. Det finns således väldigt få produkter som kommersialiserats med grund i ett projekt inom NRFP. Exempelvis har endast ett projekt under samtliga fyra programomgångar inom NRFP ansökt om patent utifrån ett resultat som härrör från ett NRFP-projekt. Ramboll bedömer även baserat på intervjuer med företagen att få projekt tagits vidare till demonstrationsprojekt eller i interna produktutvecklingsinsatser hos företagen. Den absolut största andelen utvecklingsinsatser som har initierats genom NRFP befinner sig fortfarande i ett stadie av utforskande och verifiering av tekniska möjligheter. Samtidigt anser en majoritet av projekten att resultat kommit fram som möjliggör för framtida nya produkter på sikt.

Figur 30. Projektens betydelse för industrins konkurrenskraft på [lång sikt](#), samtliga programperioder



Innovationer inom hårdvara tar längre tid att implementera än digitala innovationer. Nedan presenteras en fallstudie för hur SSC och LTU baserat på finansiering från NRFP utvecklat beräkningsmodeller för förbättrade väderprognosmodeller.

Fallstudie	
Projektnamn	WiFRAB – Wind Forecasts for Rockets And Balloon launches at Esrange Space Center (NRFP 3)
Projektperiod, bidrag från NRFP	2017–2018, NRFP-bidrag 500 tkr. Total projektbudget 1 mnkr.
Projektpartners	Swedish Space Corporation (SSC), Luleå tekniska universitet (LTU)
Projektbeskrivning	
<p>Projektet WiFRAB har varit en förstudie som undersökt om de mer storskaliga väderprognosmodeller som används av SSC kan skalas ned och anpassas till lokala, arktiska förutsättningar (framförallt avseende vind). Projektet har genomförts på Esrange Space Center i Kiruna, för att genom mer precisa prognoser bättre kunna planera de ballongsläpp och raketskott som där sker, och som är högst vindberoende. Den utmaning som förelåg projektet var att SSC hade sett att de prognosmodeller som användes för väder och framförallt vind var för grova och oprecisa, vilket bl.a. kan leda till fördröjda raketskott och ballongsläpp när prognoserna inte stämmer. Syftet med projektet har därmed varit att ta fram meteorologisk modell som är lokalt anpassad för ballonger och raketer på Esrange.</p> <p>De storskaliga modellerna har några kilometers upplösning och missar detaljerad topografi. Modellen som tagits fram genom projektet går istället ned på ca 100 meters upplösning. I modellen matas data in från de stora modellerna och kompletteras med lokal topografi-data för en mer småskalig modell. Modellen har använts och analyserats under sex olika 5-dagarsperioder under ett år, utspridda för att täcka varma, kalla, respektive skiftesperioder. Uppskjutningsförutsättningarna som utvärderats har satts för två av basens vanligaste farkoster. Projektet har varit ett samarbete med Luleå tekniska universitet (LTU), som genom en post-doc med expertis inom meteorologiska modeller har arbetat med framtagning, optimering och analys av modellen. SSC har bland annat bidragit med input-data i arbetet.</p>	
Projektets genomförande och resultat	
<p>Projektet beskrivs överlag som lyckat, med ett välfungerande samarbete med post-docen från LTU. Projektets slutsats är att den framtagna meteorologiska modellen är användbar för lokala och därmed mer precisa väderprognoser, särskilt anpassat för raketskott och ballongsläpp i arktiska förhållanden. Mer precisa väderprognoser, särskilt avseende vind, kan ge kortare kampanjtider och minskade risker för experiment ombord på raketer och ballonger, som exempelvis kan slitas sönder av oförväntat starka vindar. Den framtagna modellen är av Open source-typ, och har testats och utvärderats kontinuerligt genom projektet.</p> <p>De vindsensorer som finns på Esrange har kunnat verifiera modellen med faktiskt vinddata. Det har visat sig i slutändan, att data från SMHI:s mer storskaliga modeller har ca 68% tillförlitlighet, medan den genom projektet framtagna modellen har över 80% tillförlitlighet. Med den nya modellen kan kampanjer för uppskjutning och ballongsläpp kortas ned, vilket minskar kostnader för SSC och kunder. Genom projektets meteorologiska mätningar av markvindar har större förståelse skapats för lokala vindvariationer på marken. Modellen som tagits fram genom projektet kan vara relevant att använda även för flera andra verksamheter i regionen, som på olika sätt är beroende av lokala vinddata.</p>	
Effekter av projektet	
<p>För att kunna köra modellens prognoser mer kontinuerligt har SSC investerat i ett superdatakluster som dock inte är färdigställt än, vilket blir ett viktigt fokus i arbetet framåt. Sedan projektet avslutades har SSC installerat klustret och fortsatt optimera modellen (exempelvis genom uppdaterad topografi-data), och planerar att inom det närmaste året färdigställa och implementera modellen. Samlade effekter av projektet kommer kunna vara bättre, mer precisa väderprognoser (främst vind) och därmed säkrare förutsättningar för raketskjutningar och ballongsläpp i arktisk miljö. Det kan även korta ned kampanjerna, vilket minskar kostnaderna och i förlängningen kan stärka konkurrenskraften för SSC, eftersom det blir billigare att exempelvis släppa ballonger hos SSC än hos jämförbara konkurrenter.</p> <p>SSC har som ambition att även kunna implementera modellen högre upp i atmosfären, på den höjd som ballongen flyger samt vid landningstillfället. Ballongerna tas ned manuellt i en fallskärm, vilket görs beroende på hur det ser ut på marken nedanför, exempelvis avseende vindförhållanden. SSC har ett fortsatt samarbete med LTU i olika former, och beskriver i slutredovisningen av projektet även att en möjlig fortsättning tillsammans med University of Svalbard är en möjlig väg framåt för internationellt samarbete. Projektets samarbete med, och resurser från LTU har enligt projektledningen varit helt nödvändigt för att kunna snabba på framtagning och analys av den nya metoden/modellen, vilket hade tagit betydligt längre tid eller inte blivit av alls i frånvaro av projektet. För LTU har projektet skapat värde bl.a. avseende universitetets forskning om atmosfäriska förutsättningar och modellering av högupplösta väderprognoser i arktiska förhållanden.</p>	

6. BEDÖMNING AV PROGRAMMETS STYRNING OCH ARBETSSÄTT

I detta kapitel presenteras vår bedömning av huruvida programmet och tillhörande organisation är ändamålsenligt utformat för att bidra till programmets mål på ett effektivt sätt.

AVSAKNAD AV STRATEGISK STYRNING AV PROGRAMMETS INRIKTNING

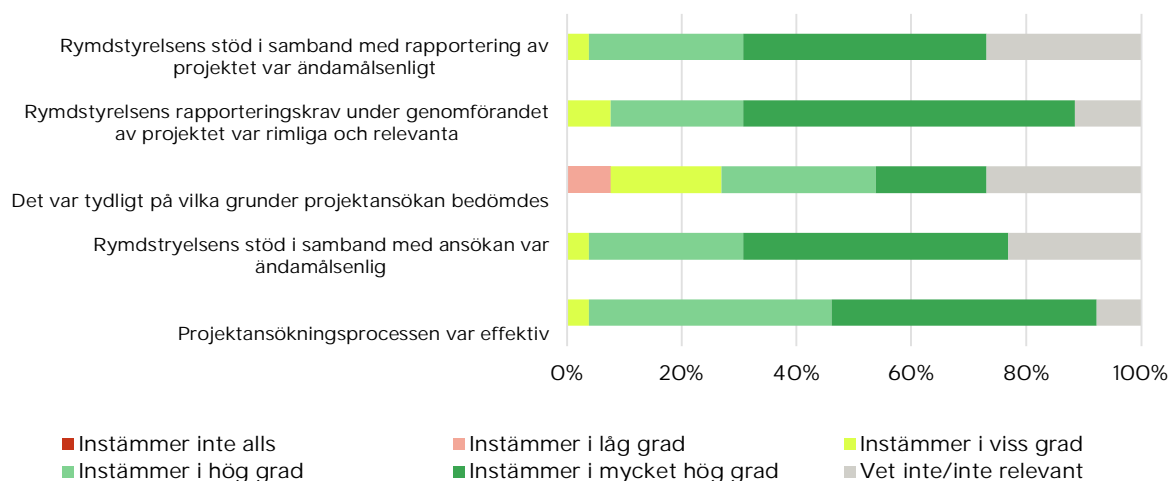
Fördelning av programmedel utifrån de teknikområden som är definierade för programmet har skett i linje med programavtal för samtliga omgångar. Samtidigt bedöms dessa teknikområden vara så pass breda att de i egentlig mening inte bidrar med en strategisk styrning för vad programmet ska finansiera, utan snarare fungerar som en mekanism för att budgetera de olika företagens finansiering till programmet. Ramboll kan inte bedöma om det krävs utvecklingsinsatser inom samtliga teknikområden för att nå övergripande rymdstrategiska mål. Men det bör förtydligas varför dessa områden prioriteras framför andra för att utveckla svensk rymdverksamhet. Exempelvis kan man tänka sig en tydlig koppling till vad ESA kommer att finansiera kommande år och länka samman med NRFP:s prioriterade teknikområden.

ADMINISTRATIONEN KRING ANSÖKAN OCH GENOMFÖRANDE AV PROJEKT UPPLEVS SOM MYCKET GOD OCH EFFEKTIV

En fördel med NRFP som lyfts fram i intervjuer är den begränsade administrativa bördan som präglar hela processen från att formera projektteam, ansöka om medel samt genomföra och rapportera om projekt som avslutats. I relation till inte minst europeiska FoU-program upplevs effektiviteten i NRFP som mycket god. Med effektivitet avser vi här att en hög andel av programmets tillgängliga medel allokeras till projektverksamhet och en mycket liten andel går till den övergripande programadministrationen. Detta är i grunden positivt. Samtidigt riskerar det att ske på bekostnad av aktiviteter som kan förbättra programmet på sikt, exempelvis kommunikation om programmet till nya forskningsaktörer vid akademien eller löpande utvecklingsarbete av programmet. Med andra ord kan en liten programorganisation leda till status quo och att ingen potentiellt nödvändig utveckling av programmet sker över tid. Strukturen för NRFP:s nuvarande programorganisation och programmets inriktning har exempelvis sett nästintill identisk ut sedan programmets start.

I figuren nedan presenteras projektledarnas värdering av administrationen i deras NRFP-finansierade projekt. Majoriteten av projektledare uppger att de i hög eller mycket hög grad upplevt att stöd i samband med ansökan och rapportering av projektet varit ändamålsenligt, samt att rapporteringskraven varit rimliga och relevanta och att projektansökningsprocessen varit effektiv. Flera respondenter lyfter dock i öppna svar att det vore bra att ha en mer genomarbetad projektavtalsmall och att avtalet som sätts upp mellan akademi och företag är väldigt omfattande.

Figur 31. Projektledarnas värdering av administrationen av deras NRFP-finansierade projekt.



I Rambolls genomgång av samtliga projektrapporter framgår att omfattning och kvalitet i beskrivningen av hur projekten genomförts och vad de resulterat i skiljer sig åt kraftigt. Det verkar saknas tydliga riktlinjer för vad som förväntas av slutrapporterna. Detta kan försvåra för kunskapsdelning från projekten för personer som inte deltog i aktuella projekt.

BALANSEN MELLAN EFFEKTIVITET OCH KVALITET I PROJEKTHANTERING ÄR INTE TYDLIGT FORMULERAD

För att värdera ett Fol-programs genomförande tenderar man att fokusera på aspekter som transparens och öppenhet i programmets ansöknings- och bedömningsprocess liksom objektivitet och effektivitet i bedömningen av projektansökningar. För NRFP kan vi konstatera att effektiviteten är mycket hög. Detta sker som följd av att det exempelvis inte finns några externa granskningsgrupper för inkommande projektförslag. Alla beslut om beviljande av projekt tas i BO av representanterna från Rymdstyrelsen, Vinnova och deltagande företag. Det finns å ena sidan uppenbara risker för en beroendesituation där ett företag inte väljer att opponera sig mot ett annat företags projekttid med risk att ens egen projekttid inte heller släpps igenom. Exempelvis menar somliga företag att man i BO enbart ser färdiga ansökningar och att dessa är skrivna utifrån det sökande företagets perspektiv. Utan en bakgrund till projektet eller dess kontext blir det svårt för andra företag att bedöma om det är ett relevant projekt eller inte, samtidigt som detta skulle kräva tid som övriga företag sannolikt inte har tillgängligt.

Å andra sidan finns en inbyggd mekanism att företagen själva står för sina egna kostnader i projektet och att deltagande företag inte är att betrakta som konkurrenter. Detta är en avgörande detalj som säkerställer projektens relevans för företaget. Det förefaller mindre troligt att företagen skulle medfinansiera ett projekt utan möjliga mervärden för företaget i fråga. Att företagen deltar i bedömningen av ansökningar kan även ses som rimligt eftersom de är bäst lämpade att bedöma sina behov. Däremot säkerställer nuvarande upplägg inte att projekt genomförs som annars inte skulle skett internt eller bekostats av företagen själva. I organisationer med små marginaler finns uppenbara incitament att använda den statliga medfinansieringen för att lägga ut uppgifter på akademien som annars skulle skett ändå. Vi menar inte att situationen är sådan i NRFP och genomförd enkät med projektledarna pekar på att så inte är fallet. Men det finns inga mekanismer inbyggt i programmet för att säkerställa projektens additionalitet, det vill säga att insatser sker som inte skett i frånvaro av programmet.

ATT ÖPPNA UPP NRFP FÖR FLER FÖRETAG BÄR MED SIG BÅDE FÖR- OCH NACKDELAR

En utgångspunkt för diskussionen om för- och nackdelar med att öppna upp programmet för nya aktörer är att det inte finns någon tydlig evidens att luta sig mot för att ett öppet eller stängt program skulle vara bättre än något annat för att uppnå programmets mål. De resonemang som kan föras är i grunden antaganden om möjliga för- och nackdelar och en vilja att ligga i linje med hur en majoritet Fol-program är strukturerade. Utifrån Rambolls erfarenheter av ett stort antal Fol-program och utifrån våra intervjuer med deltagande företag i NRFP redogör vi nedan för potentiella för- och nackdelar med att öppna upp NRFP.

Den största fördelen med att öppna upp NRFP är att det finns bättre möjligheter för befintliga företag att få inspel inte bara från akademien utan även från andra företag. Att samverkansprojekten med akademien kan medföra att företagen får insyn i nya tekniker och metoder är giltigt även för samverkansprojekt med andra företag. Att öppna upp programmet bör därmed inbegripa att samverkan även kan ske med andra företag och inte enbart akademien. Inom enskilda teknikområden exempelvis kopplat till stordataanalys finns även goda skäl till att öppna upp programmet. Inom flera branscher finns exempel på mindre företag och start-ups som lyckats utveckla produkter och tjänster som överträffar tidigare dominerande företag i branschen i fråga. Att främja utvecklingen av sådana företag genom NRFP är enbart positivt.

Potentiella nackdelar med att öppna upp NRFP är flera. För det första kommer programmets administrativa effektivitet att minska. Ett öppet program kräver externa bedömningsgrupper och utvärderare och mer arbete kommer att krävas från både företagen i författandet av ansökningar och av Rymdstyrelsen i bedömningen av dessa. En annan risk är att befintliga företags engagemang

minskar med en öppen utlysning. Idag kan företagen inom NRFP vara tämligen säkra på att en projektansökan kommer att bli godkänd. Ifall denna förutsägbarhet minskar, minskar potentiellt även företagens engagemang i att författa projektansökningar.

7. SAMLAD BEDÖMNING AV NRFP I FÖRHÅLLANDE TILL PROGRAMLOGIKEN

En central fråga för utvärderingen är om programlogikens antaganden stämmer överens med NRFP:s genomförande och observerade effekter baserat på insamlad empiri. Rambolls sammanfattande bedömning är att NRFP i stort genomförs som avses med programmet. När det gäller NRFP:s effekter på kort och lång sikt måste man utgå ifrån att programmet är begränsat i omfattning sett till hur mycket medel som finns till förfogande. Trots detta bedöms programmet ha bidragit till flera effekter. Framförallt har NRFP bidragit till att skapa och upprätthålla nya samarbeten mellan industri och akademi. Vidare har NRFP bidragit med en kompetensutveckling av deltagande företag och individer från akademien, ofta från andra discipliner än rymd. Kunskap från NRFP-projekt har även omsatts i deltagande företag genom nya projekt både nationellt och inom ESA. För akademien har det i flera fall bidragit till forskningsansökningar från andra forskningsfinansiärer och i nya rapporter, publiceringar, och så vidare. Dock har NRFP ännu inte resulterat i lansering av nya produkter eller tjänster i någon nämnvärd utsträckning.

Påverkan på det svenska FoU-systemet har sannolikt varit betydande ur ett företagsperspektiv, medan det för akademien sannolikt varit en mer begränsad påverkan. Detta beror främst på att programmet har bidragit till att kompetensutveckla individer från icke-rymdrelaterade discipliner, snarare än att ha stärkt rymdrelaterad forskning vid svenska lärosäten. Antal projekt som genomförs per institution är i de flesta fall få och har därmed sannolikt inte haft en betydande påverkan på forskningens inriktning. För detta syfte finns dock andra program som Rymdstyrelsen hanterar. De effekter som observeras bedöms sammantaget ha uppnåtts på ett effektivt sätt, med en ändamålsenlig hantering av programmet från Rymdstyrelsens sida.

Tabellen på nästa sida presenterar kortfattat motiveringen bakom Rambolls bedömning av respektive del av programlogiken.³⁷

³⁷ Grön markering indikerar att aspekten bedöms som uppfylld, gul indikerar delvis uppfylld och röd ej uppfylld.

Måluppfyllelse som del av programlogik	Bedömning	Övergripande motivering
AKTIVITETER		
<i>Organisationsöverskridande konsortier bildas som ansöker om finansiering</i>	●	Flera nya samarbeten har inletts mellan industrin och flera lärosäten och institutioner. Samtidigt finns en stor koncentration av samarbeten med enskilda lärosäten och få samarbeten företagen sinsemellan.
<i>Projekt finansieras enligt riktlinjer för medelsanvändning i berörda avtal och strategi</i>	●	NRFP omsätter förväntade medel enligt den fördelning och medfinansieringsgrund som anges i styrande avtal. Uppsatta teknikområden är dock brett formulerade och sannolikt mindre styrande för projektens inriktning.
<i>Fol-projekt genomförs av industri och forskningsaktörer</i>	●	Samtliga projekt genomförs i samverkan. Det finns en tydlig "ansvarsfördelning" mellan företag och akademi där sistnämnda bidrar med värdefull spetskunskap inom specifika metoder eller tekniker till gagn för företagen.
PRESTATIONER		
<i>Fol-projekt som annars inte hade skett eller hade genomförts med annorlunda inriktning genomförs</i>	●	I enkäter och intervjuer framkommer en samstämmig uppfattning att projekten inte hade kunnat genomföras med samma inriktning, konstellation eller omfattning utan NRFP. Den främsta anledningen är begränsade interna medel för långsiktigt FoU-arbete hos företagen.
<i>Ny samproducerad kunskap tas fram av industri och akademi för utveckling och verifiering av koncept med tillämpning på kort och lång sikt</i>	●	NRFP har ingen angiven inriktning om att finansiera projekt på en viss TRL-nivå. Det finns skillnader mellan vilken nivå som respektive företag inom NRFP utgår ifrån i sina projekt inom NRFP. Projekt genomförs således både på låga och höga TRL-nivåer.
EFFEKTER PÅ KORT SIKT		
<i>Nya nätverk och hållbara forskningssamarbeten inom och mellan industri och akademi</i>	●	NRFP har å ena sidan bidragit till nya nätverk mellan företag och akademi. Å andra sidan är dessa koncentrerade till enskilda lärosäten, fortsatt finansiering från programmet krävs för att upprätthålla samverkan och individer som deltar i projekten har ofta samarbetat i tidigare projekt.
<i>Kompetensutveckling av deltagande individer inom industri och akademi</i>	●	Projektledarna anser att NRFP bidragit till att höja deras yrkesmässiga kompetens. Deltagande forskare har i flera fall fått upp ögonen för rymdspecifika förutsättningar.
<i>Ökad tillgång till forskarutbildade</i>	●	För företagen har tillskottet av forskarutbildad kompetens med kunskap om rymd inte resulterat i anställning av sådan kompetens i någon större utsträckning. Tillskottet av forskare till akademi och institut som idag arbetar med rymdrelaterade frågor har varit större, men bör ses i relation till andra rymdrelaterade forskningsprogram.
<i>Kunskap kring teknik- och produktutveckling omsätts i deltagande företag eller genom patent</i>	●	Kunskap från projekten bedöms i flera fall ha omsatts hos företagen, ibland genom fortsatta utvecklingsprojekt och ibland som underlag för att förkasta potentialen i en viss teknisk lösning. Totalt härrör enbart ett patent från ett NRFP-projekt hittills.
EFFEKTER PÅ LÅNG SIKT		
<i>Ökad förmåga för industrin att initiera och omsätta forskningsprojekt i sin produktutveckling</i>	●	Företagen har fått erfarenhet av samverkansforskning genom programmet. Det finns även en ökad kunskap om hur kompetens från akademien kan användas på bästa sätt för att komplettera företagets egna resurser.
<i>Internationellt starka och relevanta Fol-miljöer vid akademi, företag och institut inom rymdforskning</i>	●	För företagen är NRFP en viktig källa till den samverkansforskning som sker som starkt påverkar omfattningen av långsiktigt Fol-arbete. För akademien bedöms påverkan vara mindre, främst pga programmets begränsade omfattning och spridning mellan institutioner.
<i>Implementering av nya arbetsmetoder i industrin samt lansering av nya produkter och tjänster helt eller delvis baserade på NRFP-projekt</i>	●	Även om det finns exempel på demonstratorprojekt inom ESA som har sin grund i ett NRFP-projekt är antal nya och inkomstbringande produkter eller tjänster som följd av ett NRFP-projekt väldigt få.

8. SLUTSATSER

Utvärderingen har haft i uppdrag att besvara tre centrala frågeställningar. Dessa rör i) NRFP:s betydelse för konkurrenskraften hos deltagande industri och akademi, ii) NRFP:s bidrag till att skapa en stark FoU-miljö inom rymdteknik i Sverige, samt iii) en belysning av programmets arbetssätt i förhållande till uppsatta mål och riktlinjer. Nedan redogörs för Rambolls slutsatser kopplat till respektive frågeställning.

NRFP:s betydelse för konkurrenskraften hos deltagande industri och akademi

- **NRFP är relevant för företagen och bidrar till effekter som inte skulle skett i frånvaro av programmet.** NRFP fyller ett specifikt behov av att bistå rymdföretag i Sverige med att utforska särskilt avancerade frågeställningar med stöd från akademien. Företagen formulerar själva de forskningsfrågor som ska utforskas och möjliggör en typ av forskning som företagen inte själva bedriver i sin ordinarie verksamhet. Sammantaget lyfts NRFP fram av företagen som ett av de viktigaste programmen för FoU.
- **NRFP:s bidrag till företagets konkurrenskraft sker genom stärkta förmågor snarare än innovationer som direkt kan härledas projekt inom programmet.** Ökad konkurrenskraft kan för rymdsektorn definieras som att företagen stärker förmågor som medför att de i högre grad beviljas projektfinansiering eller vinner uppdrag att utveckla rymdtekniska lösningar för nationella, europeiska eller globala rymdprogram. Vi kan i utvärderingen observera exempel på projekt inom NRFP som direkt lett till deltagande i sådana program. Men dessa förhållandevis tydliga effektkedjor kan bara observeras för ett fåtal projekt i portföljen. NRFP:s bidrag till företagets konkurrenskraft sker främst på andra sätt. NRFP har bidragit till nya nätverk, kompetensutveckling, förbättrad tillgång till spetskompetens, ny forskningsbaserad kunskap och förbättrad förmåga att omsätta denna kunskap hos företagen. Detta bedöms sammantaget ha stärkt företagets förutsättningar att utveckla innovationer i andra sammanhang utanför programmet.
- **NRFP har bidragit till att stärka lärosätenas kunskap inom rymdteknik.** NRFP:s påverkan på forskningens kvalitet och inriktning vid svenska lärosäten har skett på olika sätt. För det första har NRFP involverat cirka 70 forskare från olika discipliner som i flera fall för första gången ställts inför rymdtekniska frågeställningar och därmed ökat sin kompetens inom området. För det andra har programmet bidragit till genomförande av cirka 40 personers forskarstudier. Bland dessa anser en majoritet som besvarat Rambolls enkät att NRFP påverkade inriktningen för deras forskning och flera anser att bidraget från NRFP varit avgörande för genomförandet av forskarstudierna. Flera anger att de idag arbetar med rymdrelaterade frågor. För det tredje har de projekt som avslutats hittills resulterat i cirka 270 publikationer, varav flera i vetenskapliga tidskrifter. Även om ingen fördjupad bibliometrisk analys genomförts av dessa publikationer är publikationerna i vetenskapliga tidskrifter i sig ett mått på kvalitet och i förlängningen lärosätets konkurrenskraft som NRFP bidragit till.

NRFP:s bidrag till att skapa starka FoU-miljöer inom rymdteknik i Sverige

- **NRFP:s bidrag till att stärka svenska FoU-miljöer inom rymdteknik bör ses utifrån programmets storlek.** NRFP är inget omfattande program i ekonomiska termer. Det sammanlagda ekonomiska bidraget till svenska forskningsaktörer sedan starten av NRFP motsvarar ungefär de forskningsmedel som Rymdstyrelsen beviljar inom det nationella forskningsprogrammet under ett enskilt år. Vidare har

forskare från icke-rymdrelaterade discipliner deltagit i NRFP vid enskilda tillfällen, men deras huvudsakliga verksamhet och fokus kommer framgent sannolikt ligga på andra områden. En utspridd och begränsad finansiering av rymdrelaterad forskning som spänner över flera ämnesområden innebär i sig att påverkan på svensk rymdforskning förvisso kan observeras men sannolikt är begränsad. För företagen däremot bidrar programmet till en form av samverkansforskning som ej hade skett i frånvaro av programmet och därmed bedöms som betydande.

- **NRFP bidrar inte till samverkan inom hela Fol-systemet.** Det potentiella innovationssystemet inom svensk rymdteknik är sannolikt större än de företag och forskningsaktörer som deltar i NRFP. För det första deltar flera forskningsaktörer som exempelvis LU, UU och IRF i betydligt mindre utsträckning i NRFP jämfört med vad de gör i det nationella forskningsprogrammet. Vidare deltar enbart de fyra företag som ingår i programmet och de samverkar i liten utsträckning med varandra i gemensamma projekt. Andra företag deltar i princip inte alls. Det finns således sannolikt flera potentiella källor till kunskap och kompetens för utveckling av rymdtekniska lösningar som inte nyttjas av programmet.
- **NRFP bidrar ofta till samarbeten snarare än samverkan.** En förutsättning för att deltagande individer ska stärka sin kompetens som följd av samverkansprojektet är att det bygger på just samverkan. En situation där företagen formulerar ett tekniskt problem som forskare vid akademien utifrån sin metodkunskap utforskar och levererar ett svar på bidrar snarare med ökad kunskap än ökad kompetens. I intervjuer med företagen framgår att båda former av upplägg förekommer inom NRFP. Detta bekräftas i Rambolls enkät till projektledarna där störst andel respondenter bedömer att NRFP-projekten främst haft en viss betydelse för deras yrkesmässiga kompetensutveckling.

NRFP:s arbetssätt i förhållande till uppsatta mål och riktlinjer

- **NRFP:s genomförande och observerade effekter stämmer överens med vad programmet är tänkt att göra och leda till.** I korthet bedömer Ramboll att NRFP genomförs i linje med vad som avses med programmet och att det i stort bidrar till den typ av effekter som framgår av programlogiken. Vi bedömer att de projekt som har finansierats inom NRFP ligger i linje med de målnivåer som finns i styrande programdokument och avtal för hur mycket medel som ska omsättas, andel som industrin ska medfinansiera samt projektens teknikmässiga inriktning.
- **Styrning, hantering och administrering av NRFP fungerar överlag bra och är mycket effektivt.** NRFP är ett program som genomförts under en längre tid. Projektledarna är generellt sett mycket nöjda med NRFP:s upplägg när det gäller hur Rymdstyrelsen hanterar programmet. Vi bedömer att NRFP är ett välskött program.
- **Målstrukturen för NRFP är underutvecklad och försvårar för bedömningar av programmets effektivitet i förhållande till mål.** NRFP bidrar inte ensamt till företagets konkurrenskraft. Innovationseffekter är även svåra att fånga. Nya produkter och tjänster uppstår oftast i sammanhang där enskilda projekt är en pusselbit av flera. Därför behövs tydliga uppföljningsmål snarare än effektmål. Med andra ord saknas normvärden för prestationer och effekter på kort sikt. Detta kan exempelvis handla om hur många doktorander som ska utbildas i förhållande till behov eller vetenskaplig nivå och omfattning för den kunskap som ska produceras. Om exempelvis företagen inte säger sig kunna anställa doktorander kan man fråga sig om det är andra former av stöd som programmet ska fokusera på än finansiering av forskarutbildning.

9. REKOMMENDATIONER

Baserat på de slutsatser som presenterats ovan och de inspel Ramboll fått genom enkäter och intervjuer med olika deltagare i NRFP lämnar vi nedan rekommendationer som inspel till programmets framtida utveckling.

- **Öka programmets synlighet.** NRFP bedöms inte vara ett välkänt program bortom deltagande industri och enskilda lärosäten och forskargrupper. En konsekvens är att akademien enbart kommer in när en projektidé väl är formulerad hos företagen, och inte att akademien själva formulerar projektidéer som kan vara relevanta för industrin. Om programmet öppnas upp för fler deltagare behöver insatser ske för att marknadsföra programmet. Detta kan sannolikt ej ske med nuvarande personalresurser för NRFP.
- **Om programmet öppnas upp kan diversifierade medfinansieringsgrader öka programmets attraktivitet.** Flera Fol-program har olika nivåer av medfinansiering beroende på antal anställda i deltagande företag. Detta avgörs också av gällande konkurrenslagstiftning. Exempelvis kan en högre statlig medfinansiering om exempelvis 70 procent öka programmets attraktivitet för somliga grupper av företag och på sikt bidra till fler ansökningar och högre kvalitet.
- **Utveckla en mall för slutrapporter och se över projektavtal.** I Rambolls genomgång av samtliga projektrapporter framgår att omfattning och kvalitet i beskrivningen av hur projekten genomförts och vad de resulterat i skiljer sig åt kraftigt. Det verkar saknas en tydlig mall för vad slutrapporterna ska innehålla och vilken detaljnivå som förordas. Detta kan försvåra för kunskapsdelning från projekten för personer som inte deltog i aktuella projekt. Vidare lyfter flera respondenter att det finns en allt för omfattande byråkrati när det gäller projektavtalen mellan akademi-företag vilket inte förefaller vara fallet i andra program som Rymdstyrelsen förvaltar.
- **Förtydliga NRFP:s roll i ett större stödsystem.** NRFP ska inte ensamt ansvara för att stärka Fol-systemet inom svensk rymdteknik. Programmets fokus på samverkansforskning för att utveckla rymdindustrin i Sverige är snarare en del av en större stödinstrumentmix för att uppnå programmålen. Somliga företag ser NRFP som en språngbräda för deltagande i ESA-program, medan andra verkar ha en annan uppfattning om programmets mervärden. För deltagare från akademien är det oklart om NRFP ska bidra till spetsforskning eller vara en plantskola för framtida forskare. På det stora hela behöver NRFP förtydliga sin roll i ett större system av andra finansieringsmöjligheter som är tillgängliga för rymdrelaterad verksamhet.
- **Se över möjligheter att växla upp programmets medel med andra finansieringskällor.** Det finns exempel på projekt inom NRFP där medel kompletterats med andra källor, företrädningsvis från EU:s regionala utvecklingsfond (exempelvis RIT-projektet). Detta kan sannolikt göras i än större utsträckning och vi går snart in i en ny programperiod för de europeiska strukturfonderna (ERUF och ESF) där rymd definierats som ett prioriterat område i regionala program för Norra Sverige. Vidare finns så kallade 1:1-medel för regional utveckling där NRFP:s satsningar kan samköras med regionala medel. Fördjupad dialog med berörda regioner, Tillväxtverket och Vinnova om möjligheter till uppväxling rekommenderas.
- **Verka för att behålla företagens engagemang.** NRFP präglas av ett stort engagemang från deltagande företag. Framtida förändringar av NRFP måste ta

hänsyn till att alla förändringar innebär att företagens engagemang kan påverkas både positivt och negativt. Då företagens engagemang är avgörande för programmets utveckling bör en fördjupad analys samt fortsatt nära dialog föras med berörda företag om kommande förändringar kring exempelvis öppnande av programmet.

- **Se över programlogik snarare än programmets genomförande i nuvarande form.** NRFP genomförs i dag på det sätt som avses med programmet. Vi bedömer att det därför ligger störst utvecklingspotential i att utforska programmets grundläggande antaganden, inriktning och styrning. Detta innebär att analysera NRFP:s roll i en större policy- och stödinstrumentmix av komplementära program, vilka målgrupper som programmet ska involvera, ämnesmässig inriktning exempelvis med hänsyn till utpekade tekniksatsningar i europeiska program, osv. Då NRFP:s struktur och inriktning inte utvecklats i någon större utsträckning sedan starten av programmet kan det vara värdefullt med en fördjupad översyn av dess grundläggande programlogik.

BILAGA 1 – METOD

Följande datakällor har använts i utvärderingen.

INTERVJUER MED FÖRETAG OCH REPRESENTANTER FRÅN RYMDSTYRELSEN

Ramboll har genomfört intervjuer med företag (RUAG, SSC, GKN, OHB) och flera representanter från Rymdstyrelsen avseende programmets struktur, genomförande och resultat.

FALLSTUDIER

Ramboll har genomfört fyra fallstudier med de fyra företag som deltagit i programmet. Fallstudierna representerar olika delar av programlogiken och redovisas i rapporten. Fallstudierna bygger på dokumentstudier av projektansökan och slutrapporter samt intervjuer med ansvarig projektledare. Samtliga fallstudier har skrivits samman av Ramboll och i nästa led kvalitetssäkrats och godkänts av respektive projektledare hos företagen.

ENKÄTUNDERSÖKNING MED PROJEKTLEDARE

Under våren 2021 skickade Ramboll ut en digital enkätundersökning till projektledare av NRFP-finansierade projekt under omgång 2–4. Enkäten skickades både till företagets och lärosätets projektledare. Totalt 26 av 66 svarade på enkätundersökningen, varav 12 från företag och 14 från akademien. Det ger en svarsfrekvens på 40 procent. Enkäten lyckades inte levereras till tre respondenter. Flera av respondenterna var däremot ansvariga för flera projekt och gav en samlad bedömning av samtliga genomförda projekt. Samlat har vi därmed fått svar från individer som representerar 41 av 58 projekt, eller 71 procent.³⁸

ENKÄTUNDERSÖKNING MED FORSKARSTUDERANDE

Under våren 2021 skickade Ramboll ut en digital enkätundersökning till forskarstuderande som involverats i NRFP-finansierade projekt under omgång 2–4. Enkäten skickades till 42 forskarstuderande (nuvarande eller f.d.) som Rymdstyrelsen hade information om. 21 forskarstuderande svarade på enkäten, det vill säga 50 procent svarsfrekvens. Ett visst bortfall skedde då tre forskarstuderande inte svarade på samtliga frågor. Därmed blev svarsfrekvensen för hela enkätundersökningen 43 procent. Enkäten lyckades inte levereras till tre respondenter.

PORTFÖLJANALYS

Ramboll har genomfört en portföljanslys som sammanställer NRFP:s projektportfölj med information från projektens ansökan samt läges- och slutrapporter. Rapporterna innehåller information om exempelvis ekonomiska nyckeltal över fördelning av programmets medel, projektens tematiska område, utgivna publikationer och involverade forskarstuderande. Slutrapporteringarna innehåller även en enkätundersökning som projektledarna för projekten svarat på.

Portföljen saknar information för vissa av projekten. Ansökan och därmed information om tematiskt område saknas från ett projekt i omgång 1. Slutrapporter finns tillgängliga för 49 av 58 påbörjade NRFP-projekt (84%). Nio av dessa projekt (21%) är avslutade men saknar en slutrapport (varav sex i omgång 1 och tre i omgång 2). Ett projekt saknar delar av sin slutrapport, bland annat information om utgivna publikationer och patent. Enkät svar finns i 48 av 58 projekts (83%) slutrapporter.

³⁸ För 12 projekt har vi fått svar från både representant från akademi och företag. För 11 projekt har vi endast fått svar från akademien och för 18 projekt har vi endast fått svar från företaget.