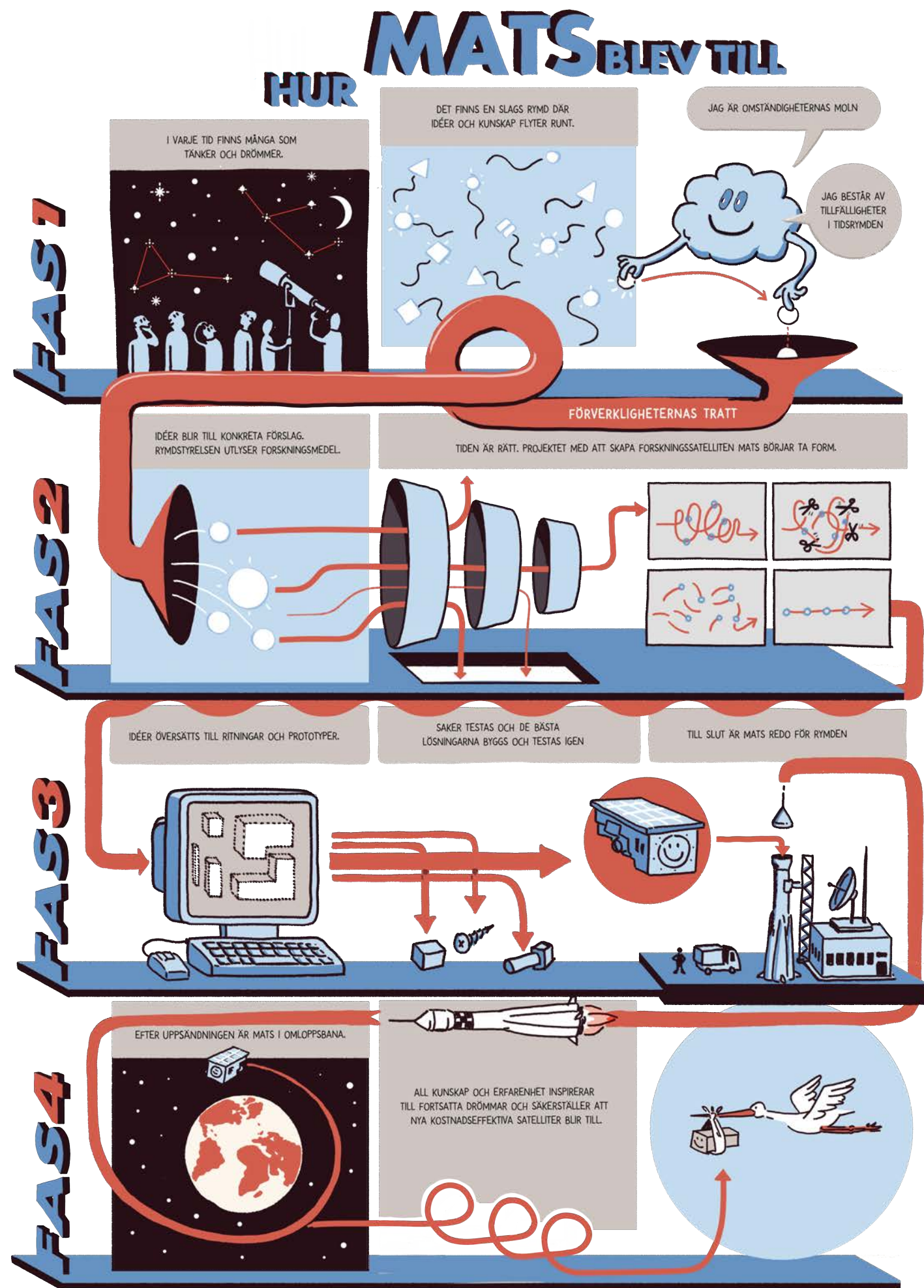
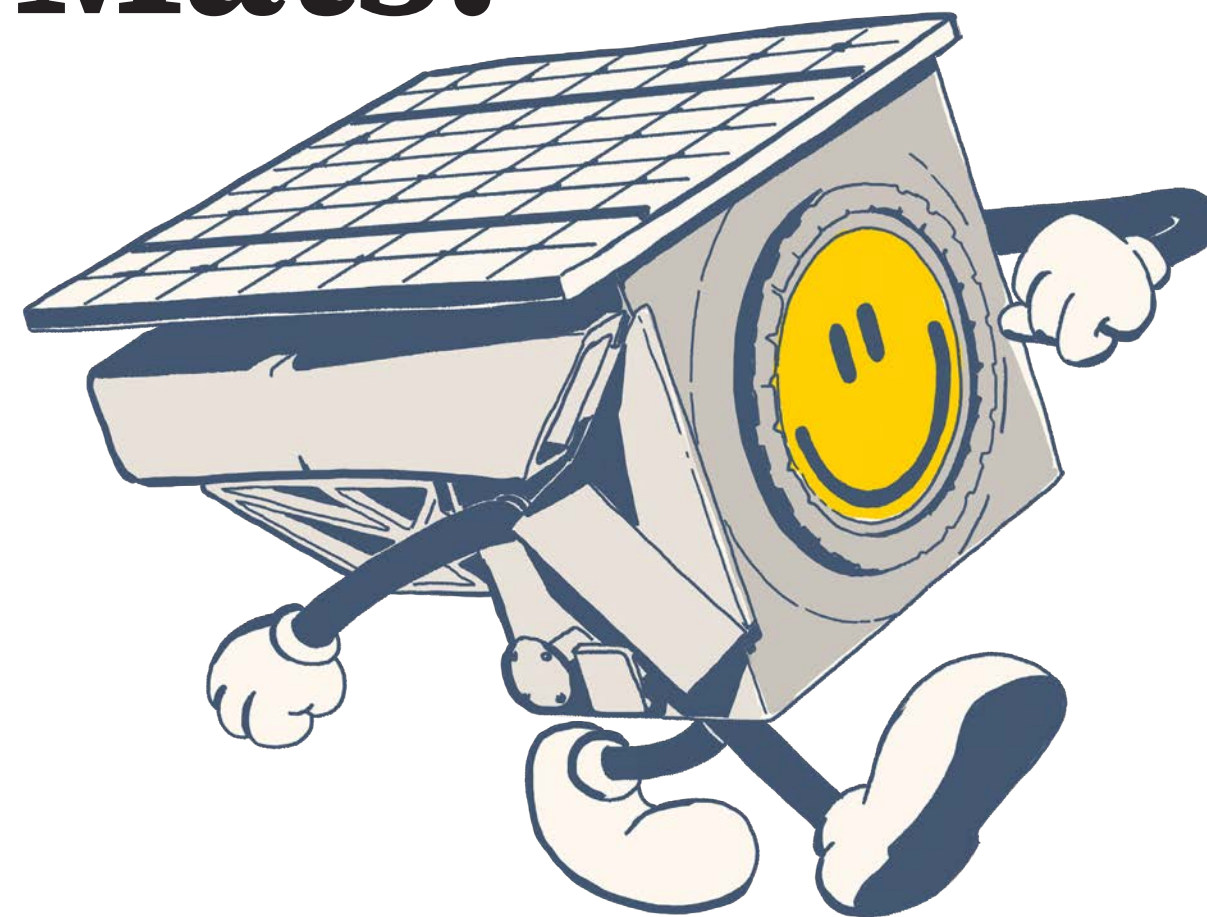




Varifrån kommer Mats?



Ett kommunikationsprojekt
med syfte att synliggöra och
förklara processerna bakom
ett satellitprojekt

Axel Brechensbauer
Maria Grafström
Anna Jonsson

06
**BERÄTTELSEN OM MATS: EN
INTRODUKTION**

14
**ARBETET BAKOM MATS: FRÅN
DRÖMMAR TILL
FORSKNINGSSATELLIT**

16
FAS 1. DRÖMMAR OCH IDÉER

22
**FAS 2. DRÖMMAR KONKRETISERAS
I PROJEKT**

44
FAS 3. MATS BLIR VERKLIGHET

66
**FAS 4. MATS SÄNDS UPP OCH
ARBETET FORTSÄTTER I NYA
BANOR**

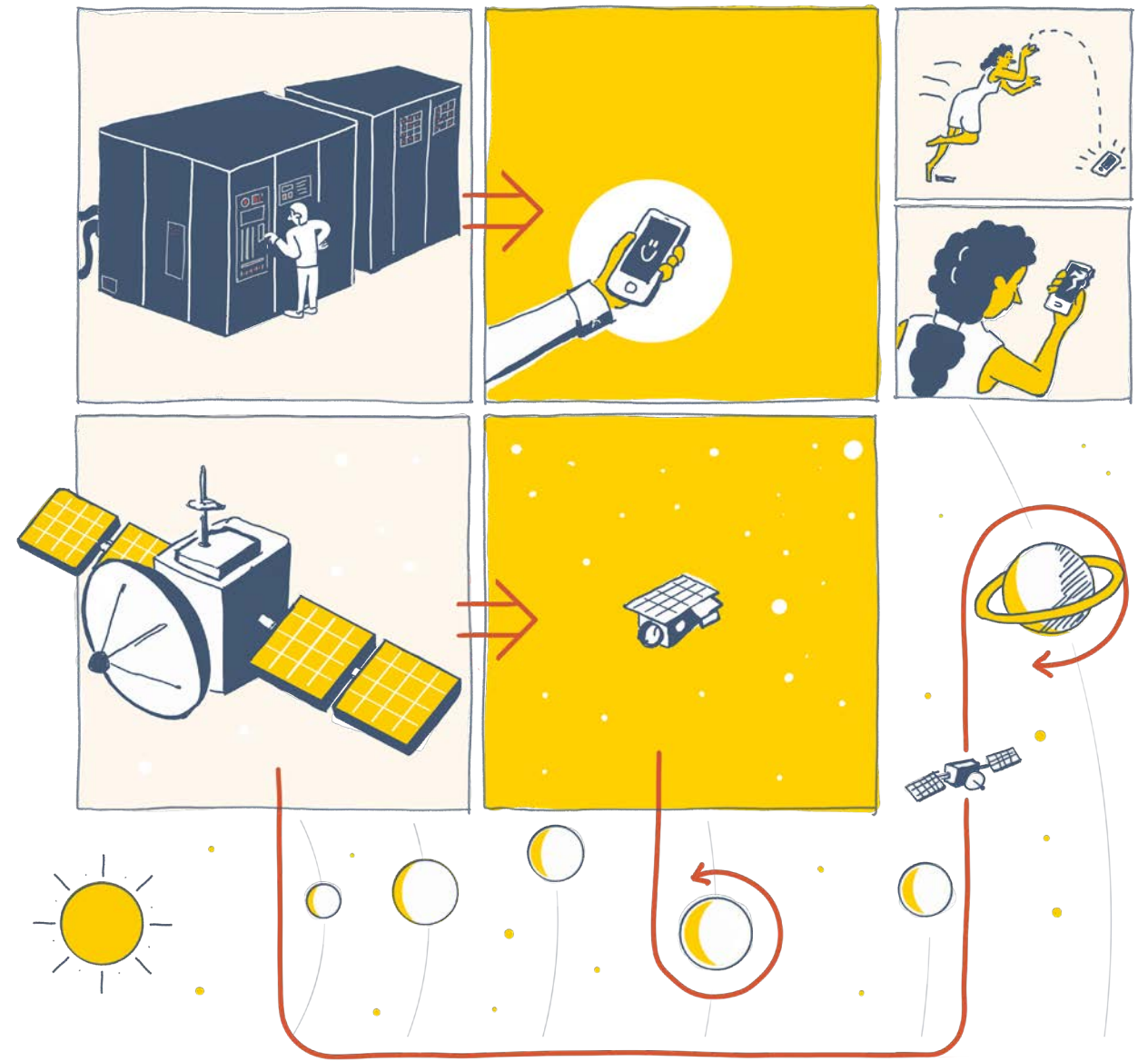
75
**OM KOMMUNIKATIONSPROJEKTET:
ATT BERÄTTA OM MATS**

Berättelsen om Mats: en introduktion

Det här är berättelsen om hur forskningssatelliten **Mats** blev till. Mats är resultatet av viljan att finna svar på stora frågor om det som påverkar oss människor här på jorden. Projektet har krävt nytänkande, ett stort engagemang från alla inblandade och troligen också en stor portion dos kärlek till rymden.

Satellitens uppgift är att studera vågor i mesosfären och därigenom bidra med data som kan hjälpa forskare att bättre förstå klimatsystemet. Berättelsen handlar om hur arbetet – från idé till produkt – har organiserats, människorna bakom och vad som egentligen har krävts för att kunna sända upp en ny svensk satellit i rymden.

Berättelsen belyser också de faktorer som har varit viktiga för att kunna möta Rymdstyrelsens mål med projektet: att bygga en – i jämförelse med tidigare – mindre och mer kostnadseffektiv satellit i syfte att utveckla svensk rymdkompetens och att säkerställa vetenskapligt meriterande forskning. Mats är Sveriges sjunde forskningssatellit och den första som bygger på ny teknik med en ambition om att utveckla en rad mindre satelliter med olika instrument.



Snabbfakta

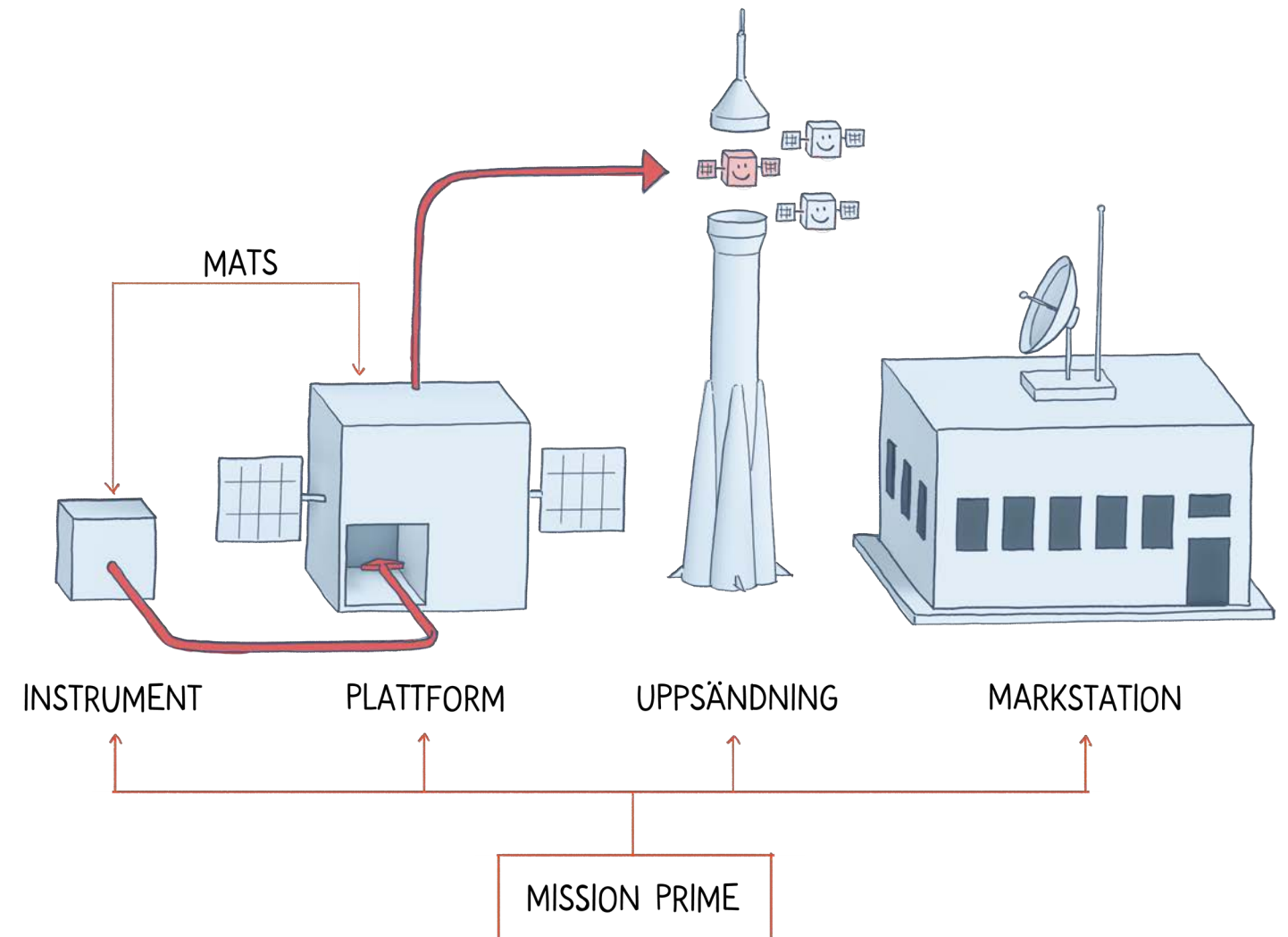
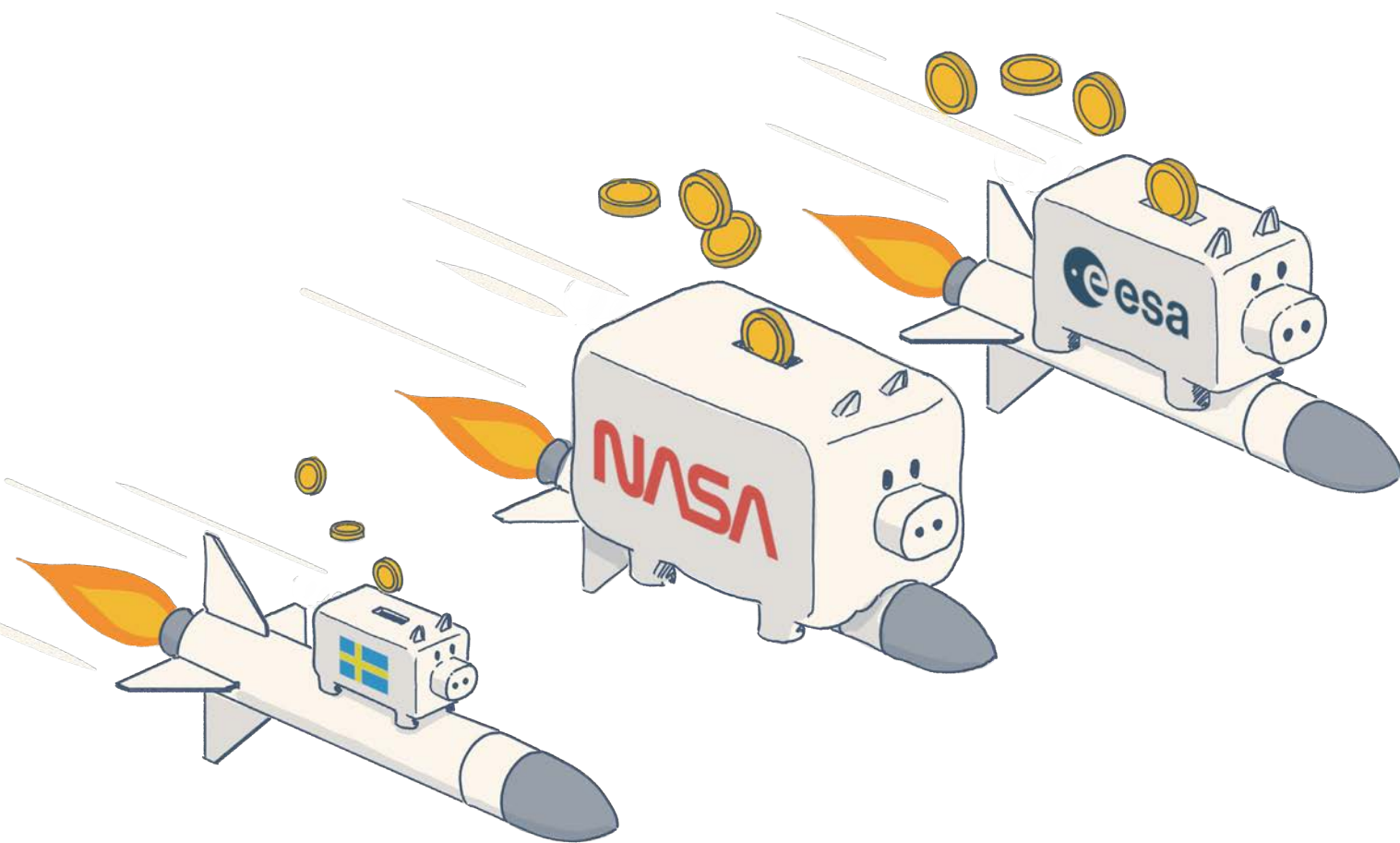
Mats är...

- en akronym för Mesospheric Airglow/Aerosol Tomography and Spectroscopy.
- konstruerad i syfte att undersöka vågor i atmosfären och deras inverkan på klimatet.
- den första satelliten inom ramen för Rymdstyrelsens nya innovativa forskningssatellitprogram IFS.
- inte större än en diskmaskin och väger ca 50 kg.
- ska sändas upp som medpassagerare på en raket.

På samma sätt som att stordatorer nu blivit bärbara persondatorer har satelliter blivit allt mindre. I praktiken innebär det fler satelliter till lägre kostnader och möjlighet att öka takt och omfång på forskning som kräver data från rymden. Samtidigt kan mindre och billigare satelliter leda till kortare livslängd och de har begränsade möjligheter att åka långt ut i rymden. Det är alltid ett slags balansgång mellan kvantitet och kvalitet, och som ställer frågan om hållbarhet på sin spets.

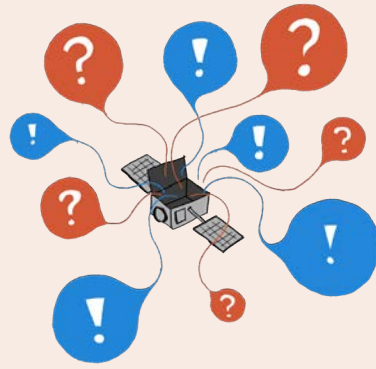
Bakom initiativet till Mats ligger insikten om att Sverige – som ett litet land – behöver utveckla en ny sorts satelliter. Sverige kan inte på egen hand bygga den typ av stora satellitprojekt som den europeiska rymdorganisationen ESA eller amerikanska NASA finansierar. För att kunna komplettera de större internationella satellitprojekten behöver Sverige utveckla mindre – och mer kostnadseffektiva – satelliter. Det ger också fler svenska forskare och företag möjligheter att utveckla ny kunskap om rymden, rymdteknik och inte minst relaterade forskningsfrågor inom till exempel klimatforskning. Det är en viktig förutsättning för att Sverige som rymdnation ska utvecklas.

Rymdstyrelsen, som finansierar bygget av forskningssatelliten Mats, hoppas att satsningen ska kunna utveckla kompetens inom både svensk rymdforskning och rymdindustri – inte minst för att göra dessa mer konkurrenskraftiga internationellt. Denna ambition överensstämmer också med den rymdstrategi som Regeringen presenterade 2017 om att anta ett helhetsperspektiv för att stärka såväl svensk rymdforskning som svensk rymdindustri ”där nyttan för samhället står i centrum” (Skr 2017/18:259). Det finns alltså en politisk ambition om att Sverige ska vara en stark rymdnation. Berättelsen om Mats ska förstås i en **större berättelse**.



För att en forskningssatellit ska bli till och fungera krävs fyra delar. Själva satelliten består av två av dessa delar: ett instrument och en plattform. Instrumentet är verktyget för att samla in data från rymden. Beroende på forskningsfråga och de behov som forskarna har kan instrumentet vara till exempel någon form av optik eller radioteknik. Men instrumentet behöver hjälp med vart den ska åka, hur den ska peka och styra och hur den ska få ner data till forskarna. Allt detta tar en plattform hand om. Plattformen står för energiförsörjningen och innehåller allt från radio, batteri, omborddatorn och styrsystem till stjärnkameror, peksystem och annan teknik som behövs för att navigera i rymden. Plattformen klarar dock inte att ta sig ut i rymden själv. Den behöver få lift med en raket. Slutligen måste plattformen kunna prata med jorden och det görs genom markstationer. Markstationerna tar emot data och skickar den sedan vidare till forskarna.

Mats roll i en större berättelse



”Rymdstyrelsen - Sveriges rymdmyndighet - ska verka för att svensk rymdverksamhet och rymdforskning bidrar till Sverige som kunskapsnation och stärka industrins innovation- och konkurrenskraft. Rymdstyrelsen ska också verka för att möta samhällets behov av rymdrelaterad kunskap och teknikutveckling.” (Rymdstyrelsen)

rymden. En satsning på rymden är därför alltid ytterst en satsning på jorden.

”För mig har det handlat mycket om vad bidrar Mats till, vad bidrar programmet syftar till, hur gör vi samhället bättre och klimat och hur lirar det med Agenda 2030.” (Ronnie)

Mats är mer än en forskningssatellit. Satsningen på Mats och IFS-programmet ska förstås utifrån ambitionen om att utveckla ett mer hållbart – och kompetenshöjande – förhållningssätt till svensk rymdforskning och svensk rymdindustri. Det ska också förstås utifrån ett bredare sammanhang; Mats är också en del av Sveriges arbete med att nå de Globala Målen och Agenda 2030. De frågor som forskare ställer i rymden formuleras alltid med ambition om att bättre förstå vårt liv här på planeten. Mats har alltså en viktig roll i en större berättelse.

Frågor om rymden handlar om frågor på jorden

Forskningssatelliter syftar till att ge svar på frågor och utmaningar både i rymden och här på jorden. Mats övergripande mål är att bidra till internationell forskning om hur atmosfären fungerar, vilket leder till bättre förutsägelser om både väder och framtida klimat här på jorden – något som inte minst är viktigt i dag när klimatet förändras i snabb takt.

Rymdstyrelsens ambition och uppdrag är att bidra till att rusta Sverige för att kunna ge svar på våra stora samhällsutmaningar och Sveriges innovations- och konkurrenskraft, för att kunna möta vår tids samhällsutmaningar. Flera av FN:s hållbarhetsmål som finns definierade inom Agenda 2030 är relaterade till frågor och svar om

Rymdstyrelsens arbete och uppdrag påverkas också av den politiska agendan, som i sin tur styrs av olika samhällsutmaningar. Frågan om miljö och klimat är en sådan utmaning. Men även den tekniska utvecklingen trycker på för förändringar, som till exempel paradigmskiftet inom rymdutveckling, ökat riskkapital och flera privata aktörer. I ett större sammanhang handlar det även frågor kring ekonomisk utveckling och det svenska samhällsbygget.

Rymdstyrelsen jobbar också aktivt med att sprida kunskap om hur rymddata kan användas för ökad samhällsnytta i Sverige och världen. I första hand handlar rymddata om jordobservationer, positionering och kommunikation. Det är data som har stort värde och utgör en viktig källa för de kunskapsintensiva företag som producerar avancerade informationsprodukter och tjänster. Ett område är Artificiell Intelligence (AI), vilket också är en viktig förutsättning för nya och förbättrade metoder i utvecklingsarbete av nya rymdprojekt såsom i utvecklingen av Mats. Men även myndigheter använder rymddata. Skogsstyrelsen använder till exempel jordobservationsdata för att följa upp skogsavverkning, SMHI gör klimatmodeller och väderprognoser och Sjöfartsverket optimerar isbrytning och säkerställer sjöfartens framkomlighet.

Stärka svensk rymdforskning och industrins innovationskraft

Forskningssatelliten Mats ska också bana väg för de involverade forskarna och företagen att vidareutveckla den kunskap som projektet har och kommer att generera. Mats kan på så sätt ses som en plattform eller språngbräda för ytterligare lärande och för stärkt innovations- och konkurrenskraft. Mats är därför ett sätt för Rymdstyrelsen att skapa förutsättningar för svenska forskare och företag att nå bortanför Sverige och bli attraktiva i internationella rymdsammanhang.

Genom att låta flera satelliter se dags- och rymdlys bidrar därför Rymdstyrelsen till Sveriges hållbara kunskapsförsörjning, dels i forskningsrelaterade frågor, dels i innovativa idéer om tillämpning. Rymdstyrelsen bidrar till svensk rymdverksamhet genom utlysningar som ger forskare möjlighet att förverkliga sina projekt och idéer om datainsamling, men också ger företag möjlighet att ta fram nya innovativa produkter och tjänster, alltifrån satelliter och raketer till dataexploatering. Bland de rymdföretag som har varit involverade i arbetet med Mats hörs uppskattande röster om hur arbetet har bidragit till kunskapsutveckling och den motivationskraft som det har skapat.

“Our level of competence has gone up ... We’ve stepped up a level I think after that project. Everybody is sort of grateful for Space Agency for getting the opportunity to develop their competencies.” (Jordan)

“Mats has been a good sort of booster. At least in Omnisys from building small instruments or subcomponents of instruments. We have gained a lot of experience from doing that in Mats. “ (Jordan)

”Det är en lyx att vi fick den här chansen att jobba med Rymdstyrelsen och nationellt inom Sverige och inte blanda ihop dom här jättestorprojekten inom ESA eller NASA. Det bygger på tillit och vi behöver inte dokumentera lika mycket som om vi skulle jobba till exempel i ett ESA-projekt.” (Nils)

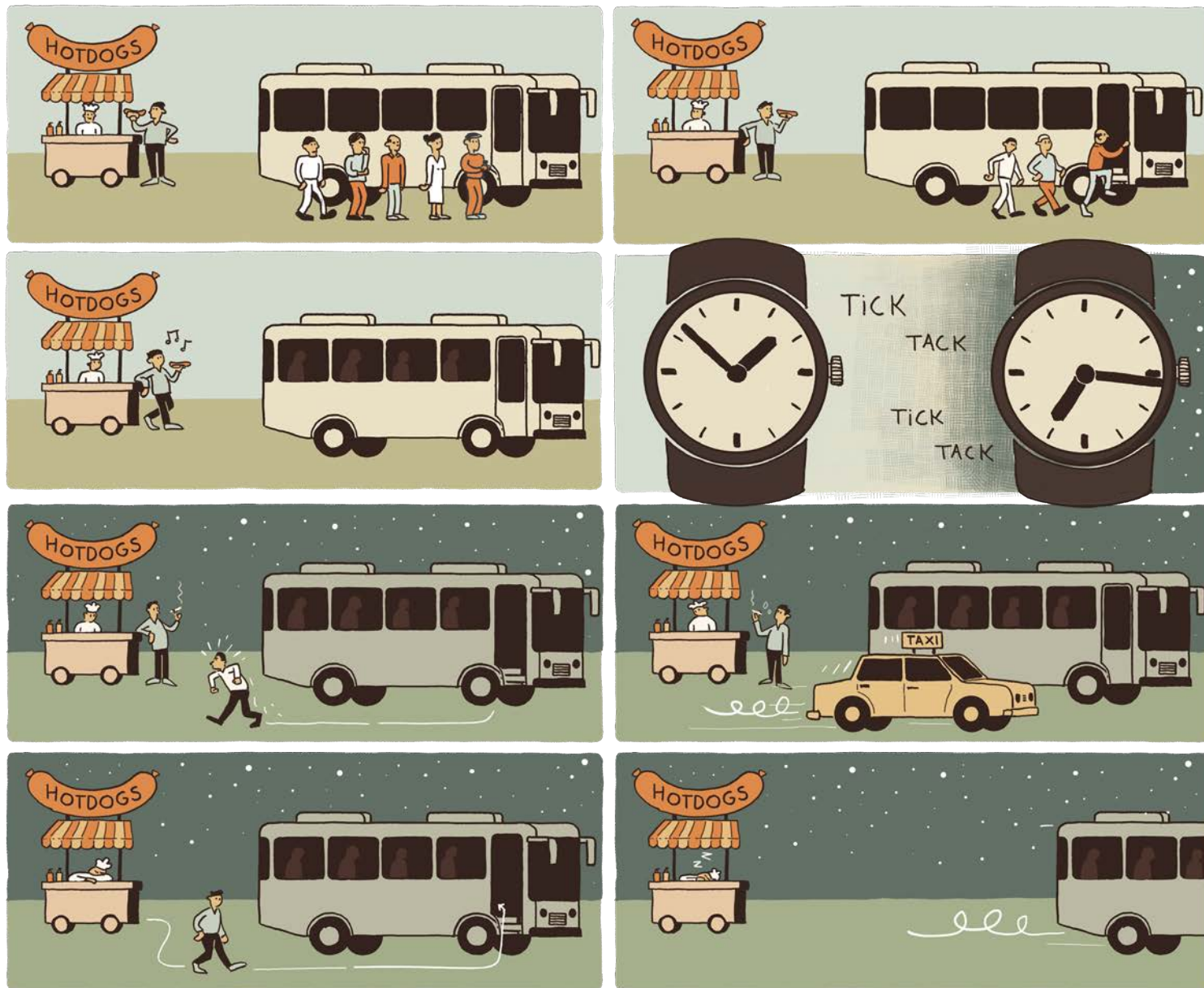
”Man ska vara stolt över vad Sverige bidrar med i rymdverksamheten om man tänker på hur litet land det är. Det är ju faktiskt imponerande. Och jag kan lätt säga att det är precis därför jag är kvar. Det är för att Sverige har den här miljön och liksom mycket kapacitet i ett litet land.”(Nils)

Om behovet av att kommunicera den stora och den lilla berättelsen

För att kunna placera Mats i en större berättelse är kommunikation viktigt. Det handlar både om att kommunicera under tiden för ett satellitprojekt, som efter. Den löpande kommunikationen inom projektet har varit avgörande för genomförandet, och kan ses som en del av ambitionen (och förutsättningen för projektet) att lära av varandra och utveckla innovativa lösningar för att Mats ska fungera. Det har också varit viktigt för Rymdstyrelsen och affärsutvecklarna vid OHB Sweden för att kunna utveckla argument om användbarhet och hur Mats kan bidra också till andra frågeställningar – till den stora berättelsen.

Att kommunicera berättelsen om Mats, och att placera berättelsen i ett större sammanhang, är en del av det tillitsbyggande arbetet och strävan att vara transparenta och bjuda in till dialog. I ett längre perspektiv handlar det om att attrahera morgondagens forskare och innovatörer att intressera sig för frågor om rymden – som berör jorden.

”Det finns ju en outreach-aspekt dels till allmänheten men även inom forsknings-sammanhang och då sprids ju de här forskargrupperna och så kanske de kan bli aktuella när det blir dags för andra missioner eller andra tillställningar där deras kompetens efterfrågas. Det har varit uttalat mål att vi ska försöka sprida, eller höja kompetensen både på industrin och forskarna. För vad vi är ute efter är ju såklart att få så mycket utväxling på så många områden som möjligt för det här.” (Ronnie)



Svenska forskningssatelliter åker upp till rymden genom att köpa platsbiljett hos någon av de internationella raketer som finns. Ett sätt att spara kostnader är att åka tillsammans med andra, ungefär som att ta bussen. Att dela resa innebär att om en av huvudpassagerarna är lite sena, så måste man vänta in dem. Olika bussar går till olika orter, så det är ingen idé att hoppa på någon annan buss. Men de som har råd kan helt enkelt ta en egen taxi.

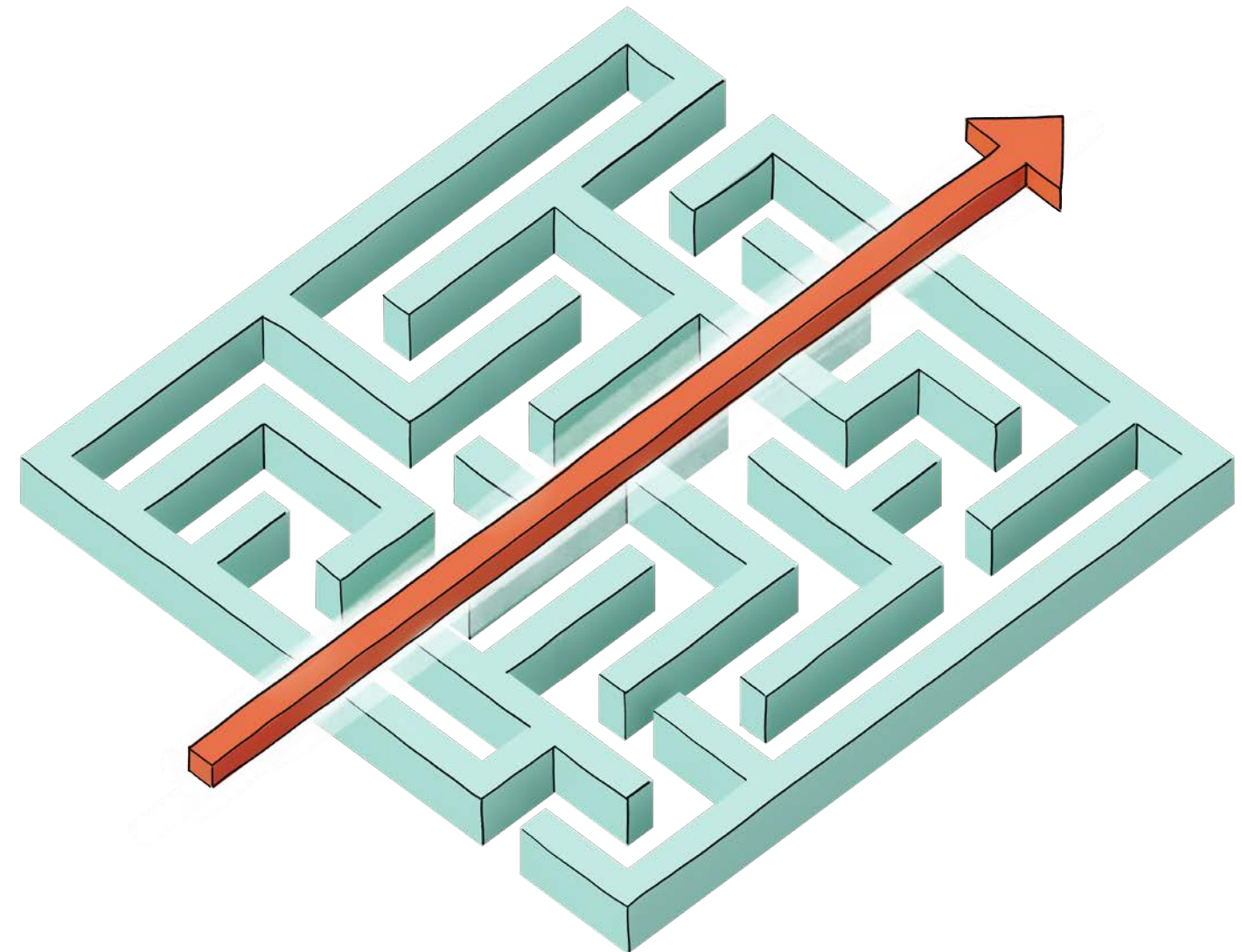
Arbetet bakom Mats: Från drömmar till forskningssatellit

I den här berättelsen utvecklar vi förståelsen för den komplexa process som ligger bakom ett satellitprojekt genom att lyfta in kontextuella faktorer och förutsättningar, utmaningar, förväntningar och de krav som på olika sätt har format arbetet med Mats. Processen kan förstås utifrån fyra övergripande faser som följer efter varandra.

Men trots att berättelsen följer en kronologi – från en tidig idé till att Mats sänds upp till sin omloppsbana i rymden – har den varit långtifrån så linjär som en process kan te sig i efterhand, nedskriven på papper. I praktiken utvecklar sig linjen snirkligt och ibland som en berg-och-dalbana, med avstickare, kringelkrokar och ibland också bakåtrörelser. Genom att reflektera och dra lärdomar av processen kan en del av avstickarna undvikas i framtiden, men andra är ofrånkomliga och till och med kan ses som nödvändiga för att ta arbetet framåt.

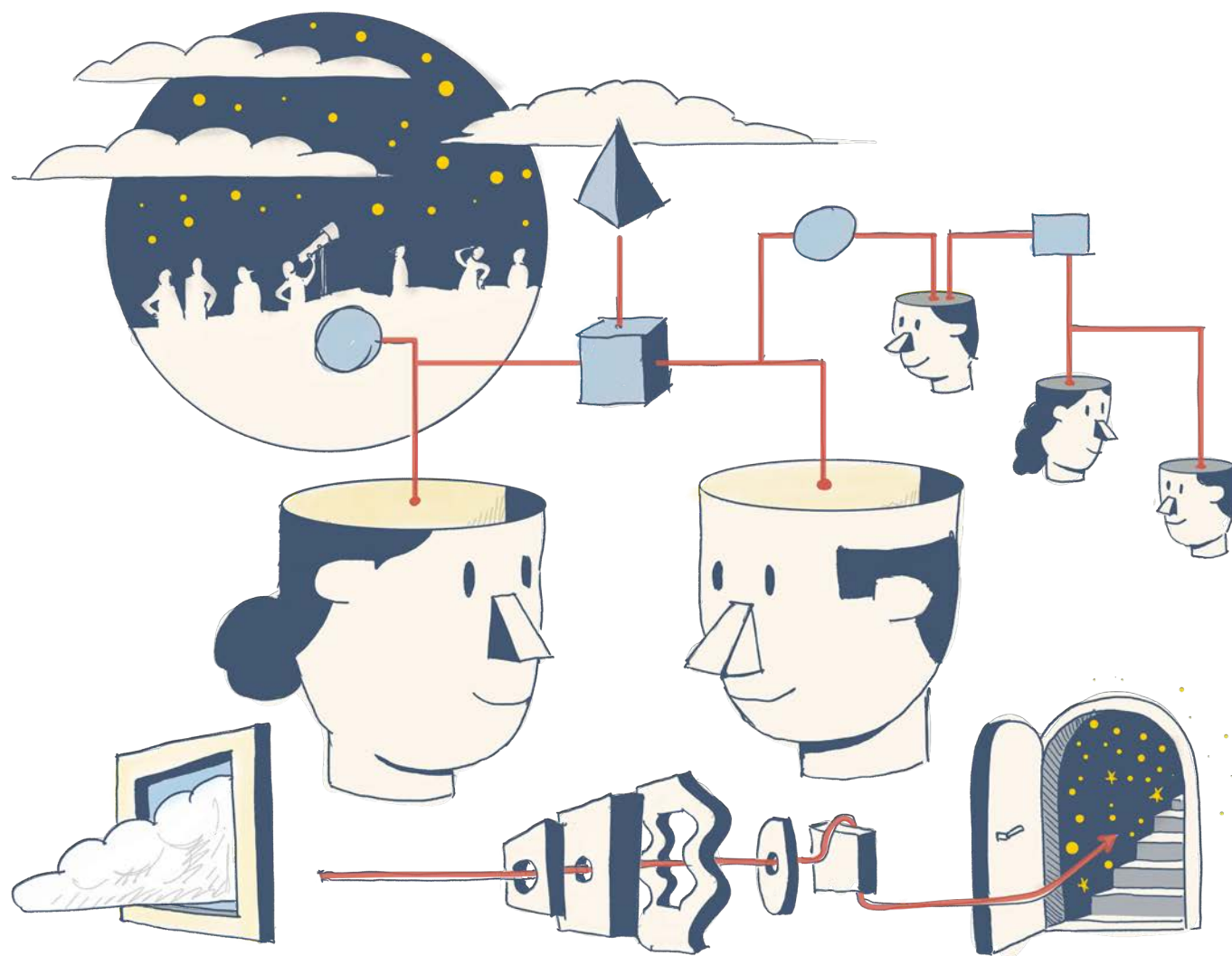
En del av Rymdstyrelsens ambition med att bygga mindre satelliter är att tiden från start till uppsändning behöver kortas avsevärt. Både tidsplanen och budgeten för Mats var därför optimistiskt satt för att utmana att tänka nytt, även om det redan då fanns inräknat att Mats skulle få ta längre tid och kosta mer eftersom lärdomarna av processen skulle kunna hämtas hem i framtida projekt inom ramarna för Rymdstyrelsens rymdprogram IFS. Mats har också blivit något försenat. Förseningen påminner om den komplexa process – och det omfattande och krävande arbete – som ligger bakom. Projekt stöter alltid på dalgångar. I fallet med Mats har det handlat om allt från krångel med vissa beställda komponenter och utmaningar med att få instrumentet att överleva i rymden till att satellitens medpassagerare på raketten har blivit försenade.

Hinder på vägen har samtidigt erbjudit möjligheter att lära och förbättra. Inte minst har det handlat om att säkerställa att Mats är redo för att överleva provningarna i rymden. Men det är också lärdomar som är viktiga för utvecklingen av Rymdstyrelsens satellitprogram, där Mats är den första i raden av flera mindre planerade satellitprojekt.



FAS 1.

Drömmar och idéer



Den första fasen handlar om drömmar och visioner. Den visar också att berättelsen om Mats spänner över lång tid, där årtionden av tänkande och kunskapande har lett fram till en färdig satellit. Det är ett arbete som har skett på olika håll och utifrån olika intressen och expertiser. Intresset för nattlysande moln, det som Mats bland annat ska studera, går att spåra ända tillbaka till starten på den svenska rymdfarten som brukar dateras till den 14 augusti 1961 då en forskningsraket för första gången sköts upp från svensk mark. Men då var det inte aktuellt – eller ens möjligt – att åka till mesosfären för att studera dessa moln i verkligheten. I stället försökte forskare skapa ett konstgjort nattlysande moln genom att via en sprängladdning sprida ut talkpulver 80 kilometer ovanför jorden. På så sätt hoppades man kunna studera hur vind och turbulens påverkar molnstrukturen, vilket tyvärr visade sig vara svårt. Men försöket betraktades ändå som lyckosamt och blev starten på svensk rymdforskning. Sedan den första raket sköts upp har Sverige självt eller i samarbete med andra nationer producerat åtta satelliter och en månfarkost. Sverige har dessutom byggt eller medverkat i fler än 50 vetenskapliga instrument ombord på rymdfarkoster som besökt stora delar av vårt solsystem.

Bakom varje framgångsrikt rymdprojekt finns människor med omfattande erfarenhet och kompetens. Mats initierades av flera olika aktörer, i viss mån beroende av varandra, genom deras tidiga tankar och visioner kring vad en ny forskningssatellit skulle kunna göra och hur den skulle kunna byggas. Det var människor med drömmar, ambitioner och en nyfikenhet för det outforskade. Det var människor med en stark vilja att veta vad som gömmer sig därute i rymden – i områden där ingen tidigare har varit. För framtida projekt och inte minst de ambitioner som finns formulerade i den svenska rymdstrategin är det därför avgörande att skapa tid och rum för att kunna drömma – för nyfikenhetsdriven forskning och utveckling.

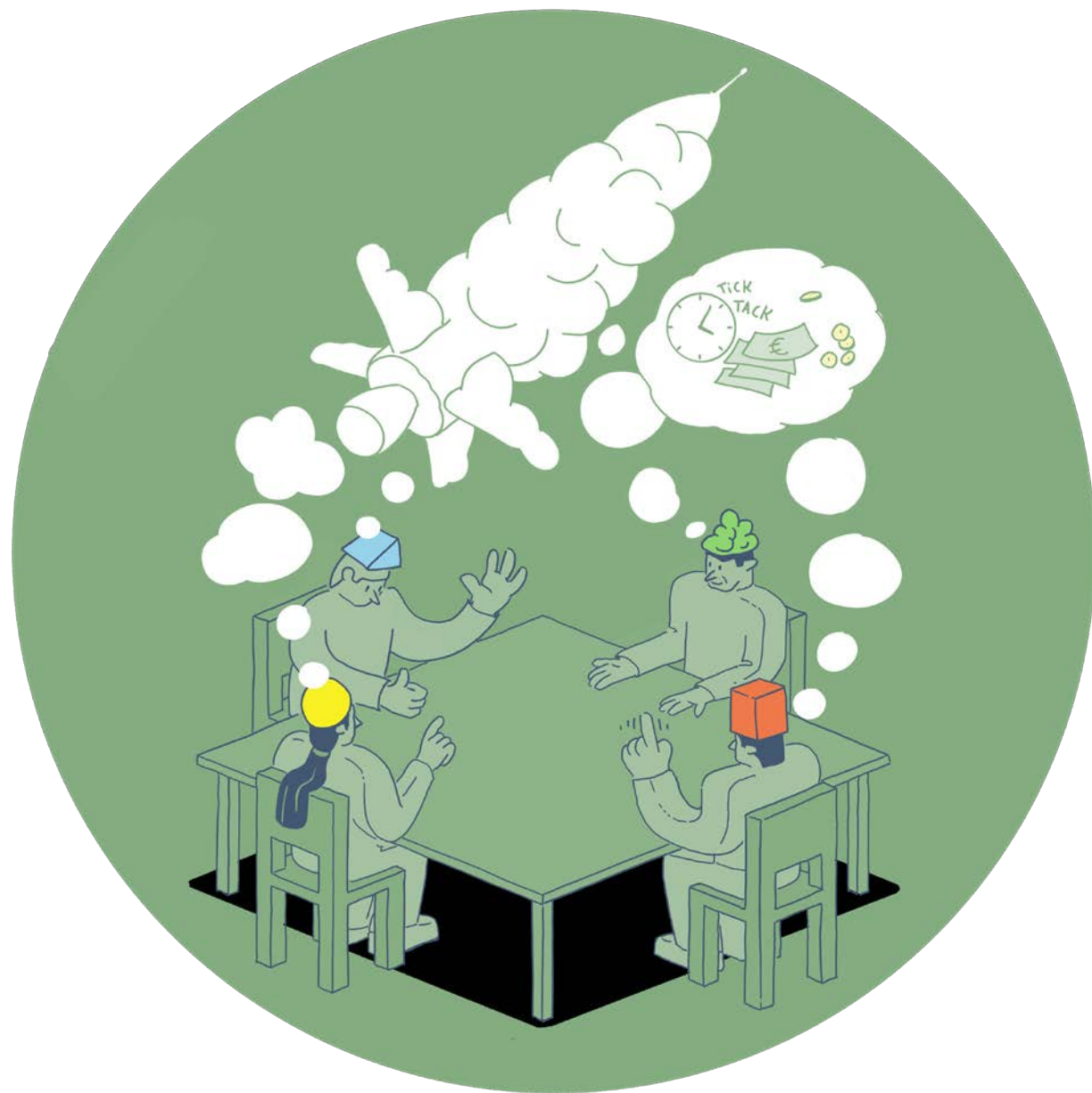
I slutet av 1990-talet träffades ett antal forskare från Meteorologiska institutionen vid Stockholms universitet (MISU) och ingenjörer inom rymdteknik kopplade till dåvarande Swedish Space Corporation (SCC) för att diskutera möjligheten att utveckla en ny forskningssatellit. Redan vid en av de första mötesträffarna skissades projektnamnet Mats fram som en akronym för det område i rymden som intresserade forskarna. Ingångarna, drömmarna och idéerna var flera.

VÅGOR I ATMOSFÄREN?



FRÅGOR I ATMOSFÄREN!





På betryggande avstånd från budgetbegränsningar och tekniska tillkortakommanden utvecklade forskarna sina drömmar och visioner om vad en framtida satellit skulle kunna göra. Det fanns ett intresse av att utveckla ny kunskap om våglandskapet i mesosfären med förhoppningen om att kunna bidra med viktiga pusselbitar om vad som orsakar väder- och klimatförändringar. Denna del av atmosfären – som ligger ungefär 80 km från jorden – var fortfarande relativt outforskad. För forskarna handlade de initiala drömmarna om möjligheterna att få tillgång till data från områden i rymden som tidigare varit relativt okända. Det övergripande målet var att bidra till internationell forskning om hur atmosfären fungerar, vilket leder till bättre förutsägelser om både väder och framtida klimat, något som inte minst är viktigt idag när klimatet förändras i snabb takt. Att ställa frågor om vad som händer i atmosfären kan alltså ge viktiga svar på frågor här på jorden.

Parallellt med forskarnas drömmar och idéer formulerade också svenska rymdingenjörer sina tankar om att utveckla mindre och mer kostnadseffektiva satelliter. Ny teknik skulle användas för att utveckla en innovativ plattform som skulle kunna återanvändas för att skicka upp även andra typer av vetenskapliga instrument.

Tillsammans skulle dessa drömmar och idéer komma att driva på och bana väg för förändrade arbetssätt och metoder inom den svenska rymdindustrin. Det har handlat om att utveckla och använda ny teknik, men också om att utmana synen på satelliter och deras funktion i nära samverkan mellan svenska rymdforskare. Idén om att utveckla en innovativ satellitplattform växte fram – en plattform som skulle kunna användas till fler än en typ av vetenskapligt instrument och på så sätt bli användbar i fler än ett projekt.



Satellitprojekt är alltid kostsamma. Men nya arbetssätt och metoder har gjort det möjligt för Rymdstyrelsen att spara in på vissa kostnader. Trots att Mats har blivit dyrare än den ursprungliga budgeten är det fortfarande ett kostnadseffektivt projekt relativt andra, större, satellitprojekt.



Rymdstyrelsen, den expertmyndighet som finansierar såväl svenska forskningsprojekt som utvecklingsprojekt inom svensk rymdindustri och internationella rymdprojekt genomförda i samarbete med den europeiska rymdorganisationen ESA, började i sin tur formulera sina visioner om att öka takten i antalet helsvenska forskningssatelliter, utan skenande kostnader. De senaste satellitprojekten – Prisma och Odin – hade varit både tids- och resurskrävande. Med lärdom från dessa hade idéer och önskningar fötts om att skapa snabbare och mer kostnadseffektiva produktionsprocesser. Lägre prislapp skulle också kunna möjliggöra fler svenska satelliter i rymden. Att lägga en halv miljard svenska kronor på ett enda satellitprojekt, som i fallet med Odin, ansågs inte längre hållbart för att kunna utveckla och bidra till svensk rymdforskning och teknikutveckling. Ett av Rymdstyrelsens viktigaste uppdrag är att bidra till och skapa förutsättningar för att kvalificera svenska forskare och svenska företag och göra dem internationellt konkurrenskraftiga. Sverige som ett litet land behövde utveckla nya innovativa sätt att producera satelliter, och därigenom säkerställa att fler forskare skulle kunna realisera sina drömmar.

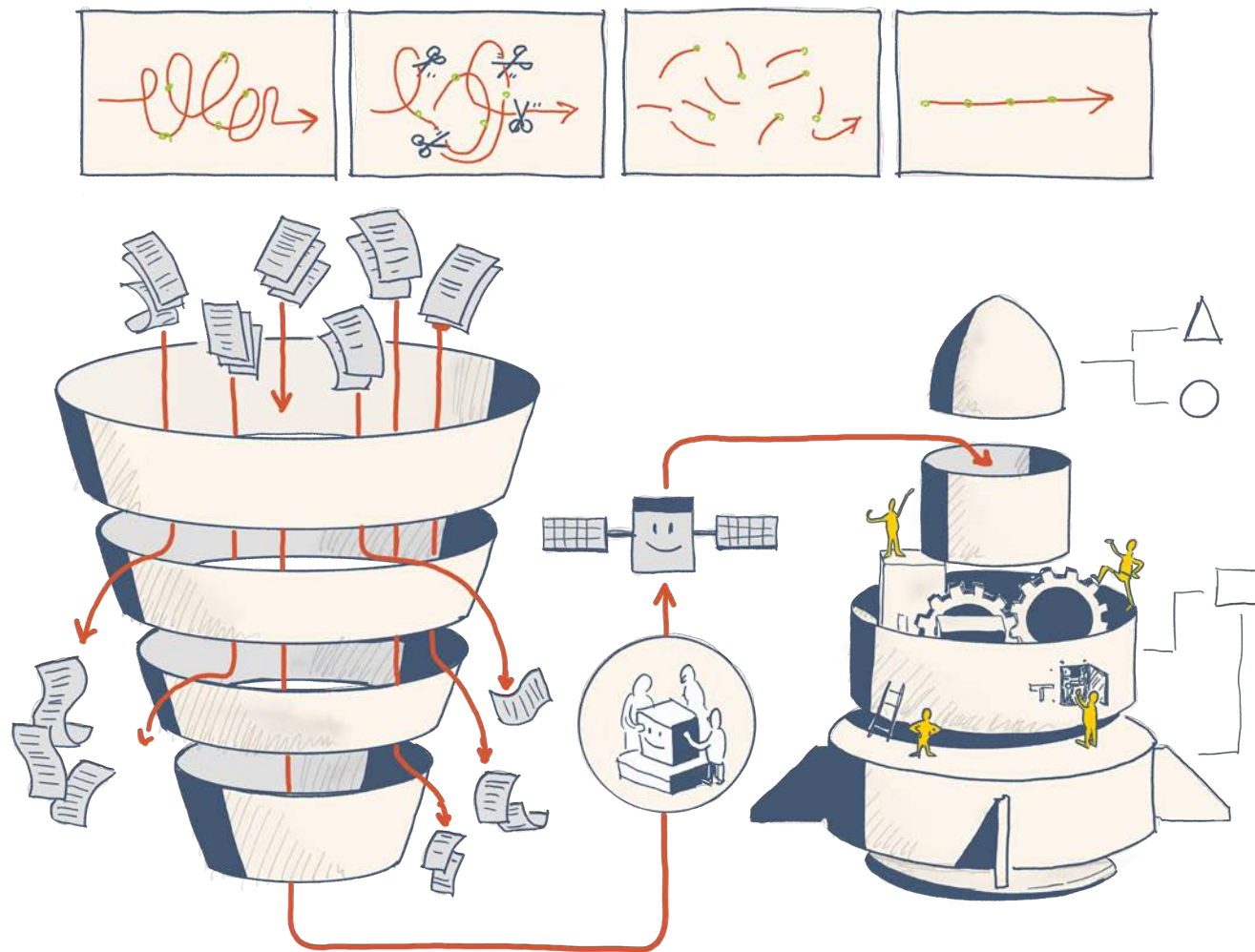
Men drömmar och visioner – hur attraktiva och viktiga de än må vara – blir inte per automatik genomförda. Det krävs att någon kan konkretisera högtflygande idéer och ambitioner. Det krävs ett tydligt och uthålligt aktörskap – personer som står bakom med sitt kunnande och engagemang. Och det krävs resurser. Med lärdom från tidigare komplexa projekt inom andra branscher, såväl som inom rymdbranschen, vet vi att det är många faktorer som måste sammanfalla för att ett ”möjlighetsfönster” ska öppnas. Vi kan förstå det som att drömmarna behöver få fäste genom att någon översätter dem till forskningsidéer och projektförslag.

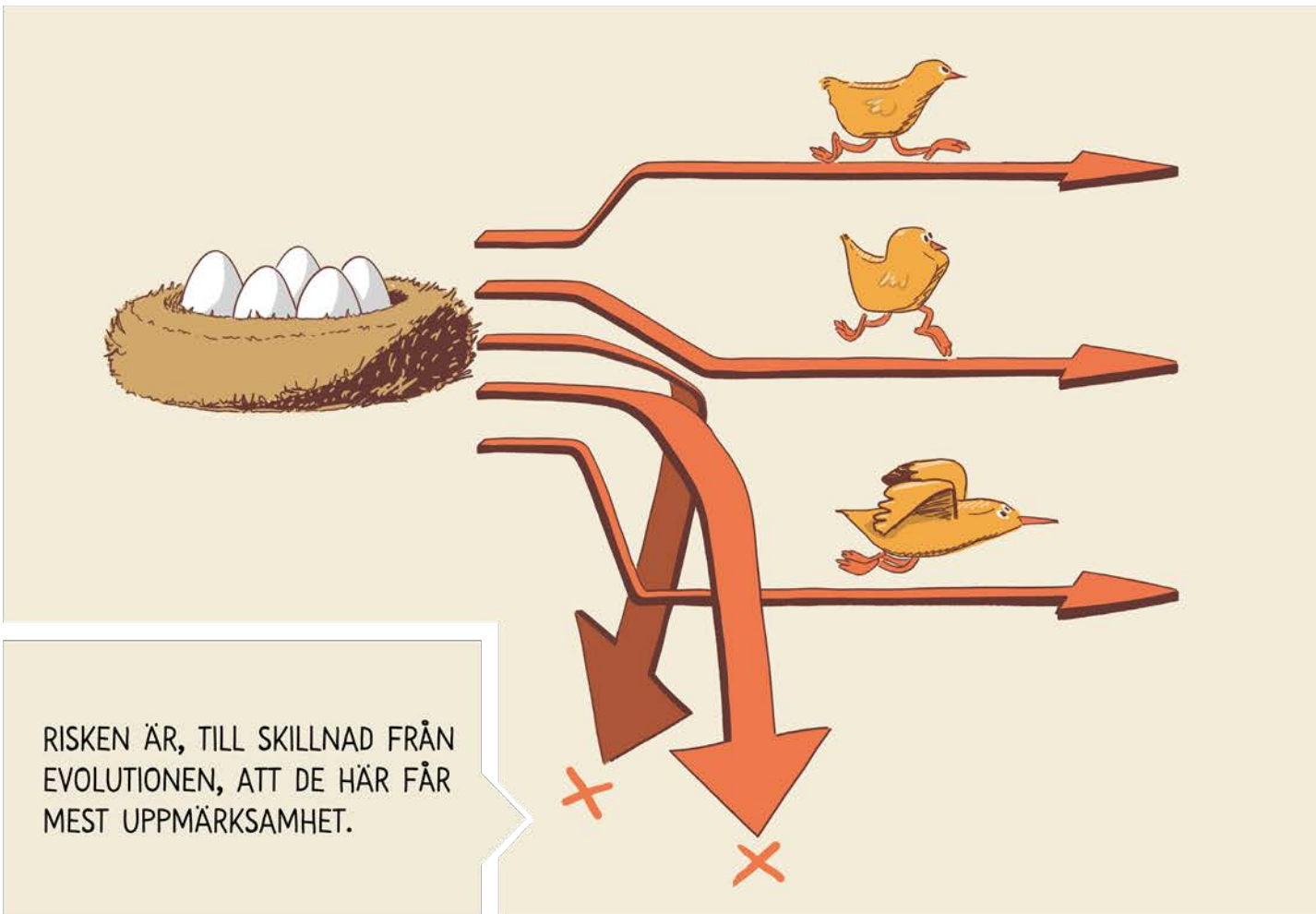
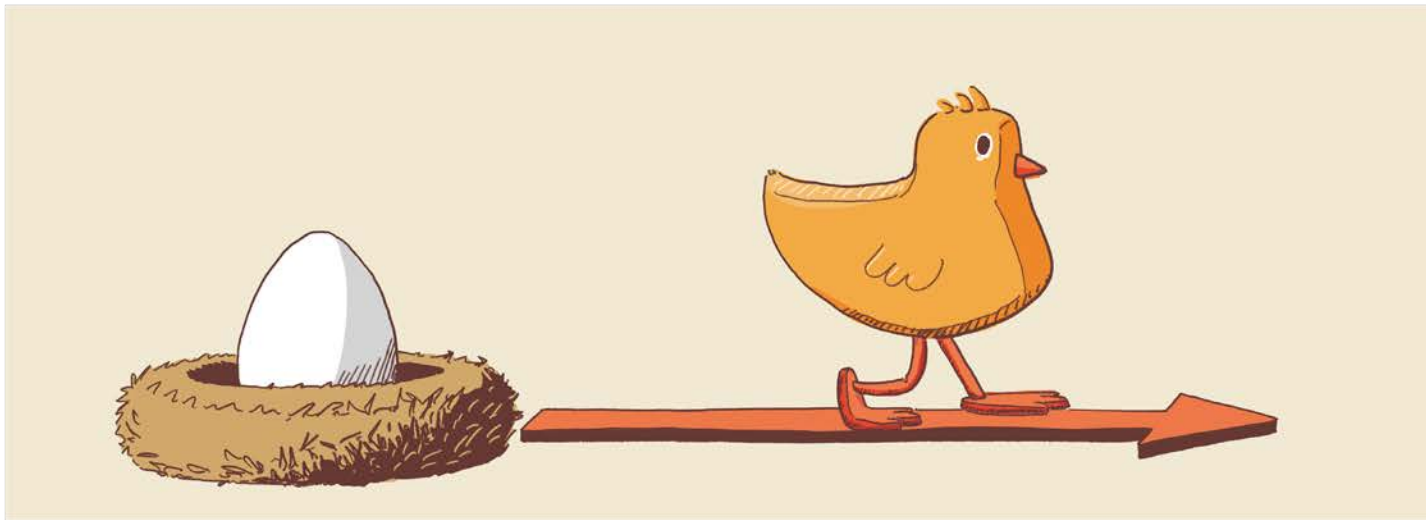
FAS 2. Drömmar konkretiseras i projekt

Drygt ett årtionde efter de första diskussionerna om Mats sammanföll flera faktorer som bidrog till att ett "möjlighetsfönster" öppnades. Rymdstyrelsen, som har nära kontakt med såväl forskare som utvecklingsingenjörer, intensifierade sitt arbete med att formulera och planera ett nytt modernt satellitprojekt. En del av detta handlade också om rymdteknikföretaget OHB Swedens – ett företag som bygger på satellitdivisionen SSC – ambitioner att bygga en plattform som kunde återanvändas till fler än en satellit – för att öka produktionstakten och minska kostnaderna.

Initiativen i Sverige växte fram i en tid präglad av att en relativt konservativ rymdbransch visade ökat intresse för nya arbetssätt och modeller, i vad som brukar benämnas för "New Space Method". Nya aktörer tog plats och fler ville ut i rymden, gärna så snabbt som möjligt. Privata aktörer som Elon Musk och Richard Branson initierade egna rymdprojekt, något som tidigare endast aktörer kopplade till statliga organ som NASA och ESA hade gjort. Väl beprövade metoder och inarbetade rutiner utmanades. Samtidigt gick också den tekniska utvecklingen starkt framåt och ny digital teknik möjliggjorde att processer kunde skyndas på.

Inom branschen beskrivs förändringen som ett paradigmskifte – från inkrementella till mer radikala utvecklingsprocesser där beställaren nu var beredd att ta fler mindre risker snarare än att lägga all risk i ett stort projekt. I stället för att satsa på ett stort projekt växte det fram ett mer riskbenäget synsätt, som paradoxalt nog också kan beskrivas som ett sätt att minimera risk: Genom att utveckla flera mindre satellitprojekt, undviker man att lägga alla ägg i en korg och i stället kan riskerna spridas ut. Flera satellitprojekt ökar också möjligheterna till lärande.

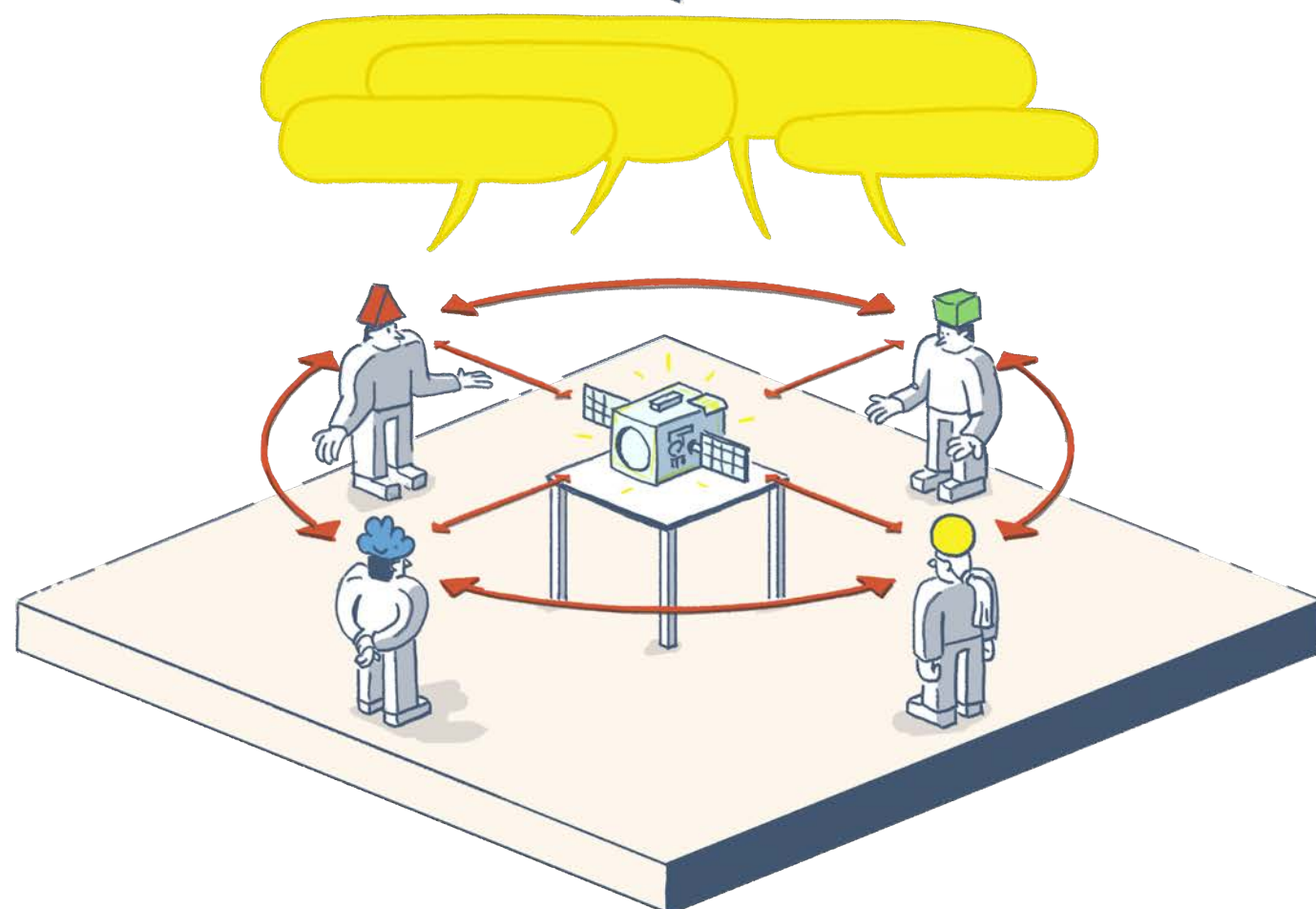
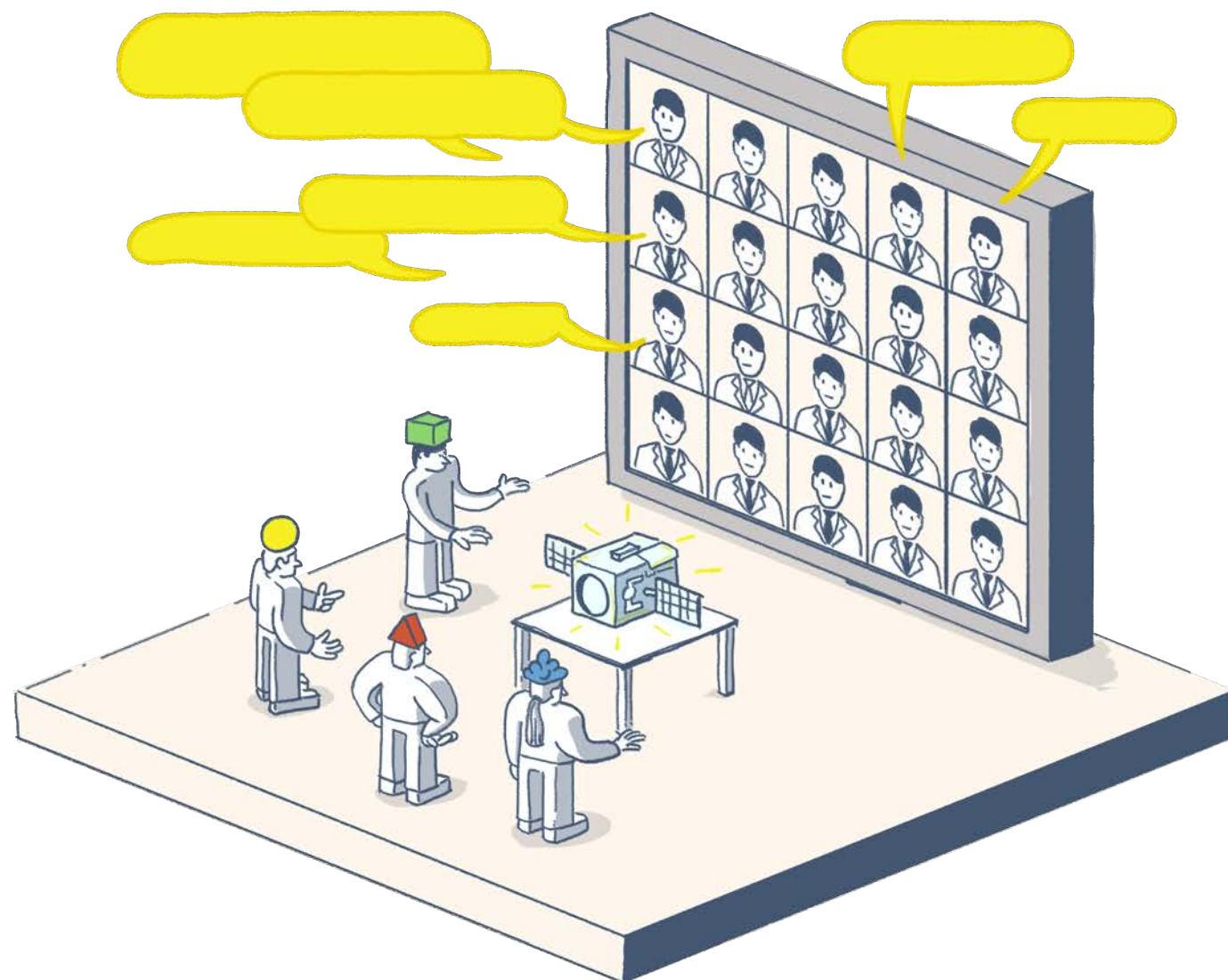




RISKEN ÄR, TILL SKILLNAD FRÅN EVOLUTIONEN, ATT DE HÄR FÅR MEST UPPMÄRKSAMHET.

I det som beskrivs som "Old Space Method" är strategin att samla resurser till omfattande enskilda projekt, där alla komponenter utvecklas och byggs för varje satellit och arbetsprocessen följer rigida kontroll- och granskningsprocesser. Det är så de flesta av ESAs och NASAs satellitprojekt har organiserats och fortfarande organiseras, delvis på grund av att det finns resurser, delvis för att det har visat sig vara en framgångsrik metod. Det handlar också om att kostnaderna för misstag blir oöverstigliga, eftersom projekten är så stora och politiska beslut ligger bakom finansieringen. "New Space Method" är en reaktion på det "gamla", och bygger på idén att satsa på mindre kostsamma projekt. Idén är att sprida resurserna på fler än ett projekt och låta tiden utvisa vilka som är värda att satsa på och vilka som inte ska lämna idéfasen. Den förändrade metoden bygger på att komponenter inte alltid behöver utvecklas från grunden, utan att vissa kan köpas in och eventuellt anpassas. På grund av att projekten är mindre och det är lättare för de involverade att ha en bra överblick kan också delar av de omfattande granskningsprocesserna undvikas.

Trots att terminologin "det gamla" (New Space) och "det nya" (Old Space) leder tanken till att det beprövade är något som bör undvikas till förmån för de metoder och den praktik som nu utvecklas och etableras så bör arbetssätten inte ställas mot varandra. Beroende på typ av projekt behövs ofta förståelse och arbetssätt som hämtas från båda dessa perspektiv. Att säkerställa rymdforskning och teknikutveckling kräver både långsiktighet och kortsiktighet. Det är två perspektiv som lever parallellt, föder varandra och över tid utvecklas gemensamt. Den entreprenörskapsanda som har kommit med "New Space" har gett näring också till det långsiktiga arbetet. Billigare satelliter med högre risk möjliggör ett kontinuerligt lärande som möjliggör långsiktiga satsningar. Stora kostsamma projekt – som drivs av till exempel den amerikanska rymdorganisationen NASA eller den europeiska ESA – krävs för att det ska utvecklas satelliter som överlever resor allt längre bort från jorden och som kan ge oss svar på frågor vi inte kan formulera med den kunskap vi har idag.



Den svenska rymdforskningen kan beskrivas som att man länge har jobbat i enlighet med någon sorts New Space-metodologi där forskare och rymdingenjörer har samverkat och arbetat nära varandra – inte minst eftersom resurserna har varit begränsade och alla är mer beroende av varandras kunskande. Det finns också en lång tradition av att beslut fattas tillsammans och att arbetsprocessen organiseras utifrån tillit till varandras expertis. För Mats har tillit har varit viktigare än kontroll. I praktiken har detta medfört att det har varit mindre viktigt att följa rutiner för rutinernas skull. Att lyckas med projektet har varit viktigare än att rapportera, presentera och vänta på svar "från Gud eller någon jätteexpert som sitter i något annat land", som en av de medverkande aktörerna beskrev erfarenheten från arbetsgången i ett stort internationellt rymdprojekt.

År 2012 var tiden inne för Rymdstyrelsen att ta nästa steg mot att förverkliga drömmarna om en ny typ av svensk forskningssatellit. Forskare bjöds in att presentera sina tankar och idéer för hur ett nytt, mer kostnadseffektivt satellitprojekt skulle kunna se ut. När de tidigare satelliterna Prisma och Odin hade kostat 500 miljoner vardera, formulerade Rymdstyrelsen nu en vision om att nästa svenska forskningssatellit skulle produceras till en drastiskt lägre produktionskostnad – endast runt 30 miljoner kronor. Ingen trodde nog egentligen på att en forsknings-satellit faktiskt skulle kunna byggas till en sådan låg kostnad, men ambitionen var att utmana rådande föreställningar om vad som var möjligt. En överdrivet låg kostnadsuppskattning skulle i bästa fall kunna leda till en betydligt lägre slutsumma än för de tidigare satellitprojekten.



Drömmar, ambitioner, ny teknik, nya metoder och arbetssätt lade grunden för forsknings-satelliten Mats. För att idéer ska utvecklas och konkretiseras har inte bara olika expertområdens förväntningar och drömmar betydelse, utan också de tidigare erfarenheter som finns samlat. En viktig förklaring till möjlighetsfönstret, och som framhålls av alla aktörer bakom Mats, är betydelsen av den **svenska kontexten** och en tradition av samverkan och hög tillit till varandra. Organiseringsprincipen är platta organisationer och betydelsen av att arbeta i små team, och en etablerad lärandekultur inom rymdteknik och forskning.

Den övergripande förklaringen till att projektet Mats har kunnat ta form och utvecklats såsom det har gjort är att alla inblandade har varit överens om det övergripande målet. Det i sig har förutsatt ett stort förtroende för varandra och en gemensam förståelse om att man tillsammans kommer att hitta den bästa lösningen. Sociala kontakter har spelat central betydelse för att öppna fönstret och sedan ta till vara de möjligheter som kommer därigenom.

DET BÖRJAR MED FORSKNINGENS DRÖMMAR OCH VISIONER

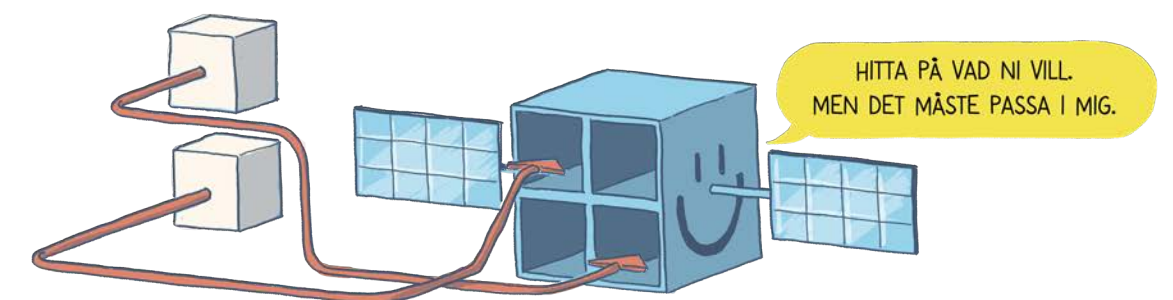
MEN VAD BEHÖVER MAN OCH VAD KAN MAN ?



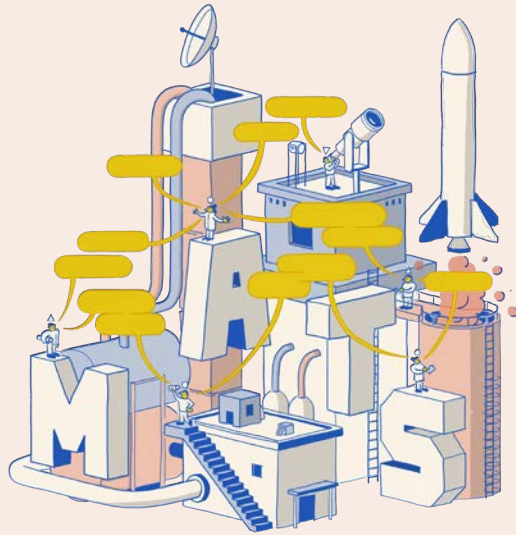
NÄSTA STEG ÄR ATT FÖRSTÅ VAD MAN VILL HA MEN INTE KAN FÅ.



FÖR ATT KUNNA FÖRVERKLIGA FORSKNINGEN ÄR LÖSNINGEN EN PLATTFORM



Den svenska kontexten



”Jag skulle säga att det har varit den svenska kontexten. Om jag tittar tillbaka på de projekt som jag jobbat med tidigare – Odin, Freja och Prisma – så skulle jag säga att alla har präglats av tillit. Jag skulle säga att det är mer det svenska sättet att jobba – det är inte specifikt för Mats-projektet.” (Fredrik)

Den svenska kontexten är en viktig förklaringsfaktor till hur Mats har kommit till, men också genomförts. Att Sverige, som ett litet land i rymdsammanhang, har kunnat utveckla en modern och kostnadseffektiv satellitplattform är i sig en framgångssaga. Med en stram budget har man visat att man har lyckats balansera det som i organisationssammanhang beskrivs som ett dilemma – förmågan att både kunna utforska (upptäcka nytt) och exploatera (använda och dra nytta av det som redan finns). Den svenska kontexten, och som samtidigt kan förstås som en konkurrensfördel, kan beskrivas utifrån tre ingredienser;

- Stabila strukturer och en tillitskultur
- Fokus på praktisk problemlösning
- Synen på risk – som möjlighet till lärande

Stabila strukturer och en tillitskultur

Det är lätt att tänka att det otestade och nya per automatik leder till kreativitet och innovation. Forskningssatelliten Mats visar dock att stabila och stöttande strukturer – som har utvecklats och etablerats över lång tid – är en förutsättning för att skapa utrymme för att tänka nytt, för att drömma. Strukturerna har vuxit fram genom en tydlig förståelse och respekt för att olika aktörer behövs, att man kompletterar varandra och tillsammans behöver hitta nya sätt att göra mer av begränsade resurser. Eller om man så vill – utveckla ett hållbart synsätt för svensk rymdutveckling. Det förutsätter vad som i organisationssammanhang brukar beskrivas som socialt kapital och tillit till varandra, och som speglas i den kultur som kännetecknar svensk rymdforskning erbjuder. Det innovativa klimatet i arbetet med Mats kan alltså förklaras av både en tydlig struktur och väl grundad tillitskultur.

Ny teknik, arbetssätt och metoder i all ära – utan alla de människor som har vikt sin tid och sitt engagemang till Mats hade det förstås inte blivit någon ny innovativ forskningssatellit alls. En struktur och kultur är beroende av att det finns människor som gör och vill göra jobbet – som tillvaratar den kunskap som finns, som vågar testa nytt, göra fel och testa igen och som vill lära och utveckla ny kunskap tillsammans med andra. Det är i en sådan strukultur (balans

mellan struktur och kultur) som drömmar om nästa innovativa rymdbygge föds, frodas och kan slå rot.

Fokus på praktisk problemlösning

Den nya och innovativa forskningssatelliten Mats har kommit till i ett rymdsammanhang med lång historik. Rymdnationen Sverige präglas av platta strukturer och samarbetsvilja där de olika involverade parterna ofta har stort förtroende för varandra. Det är dessa strukturer som skapar en tillitskultur där människor ges utrymme och vågar testa nytt, misslyckas och testa igen.

Rymdstyrelsen, i sin roll som beställare och finansör, har haft stor betydelse i att värna om och stärka betydelsen av en arbetsmiljö som bygger på tillit. I stället för att, som ofta är fallet i internationella rymdsammanhang, sätta tilltron till omfattande kontroll och granskning har arbetet genomförts med högt i tak och stor frihet till praktisk problemlösning och att testa och utveckla lösningar tillsammans i projektet. På så sätt har tid och resurser lagts på att faktiskt utveckla och bygga satelliten Mats, i stället för att fastna i system där kontroll och granskning tenderar att bli mål i sig. Det har också skapat en situation där alla har gjorts och känt sig ansvariga för att ta Mats i mål, att få Mats att fungera.

Synen på risk – som en möjlighet till lärande

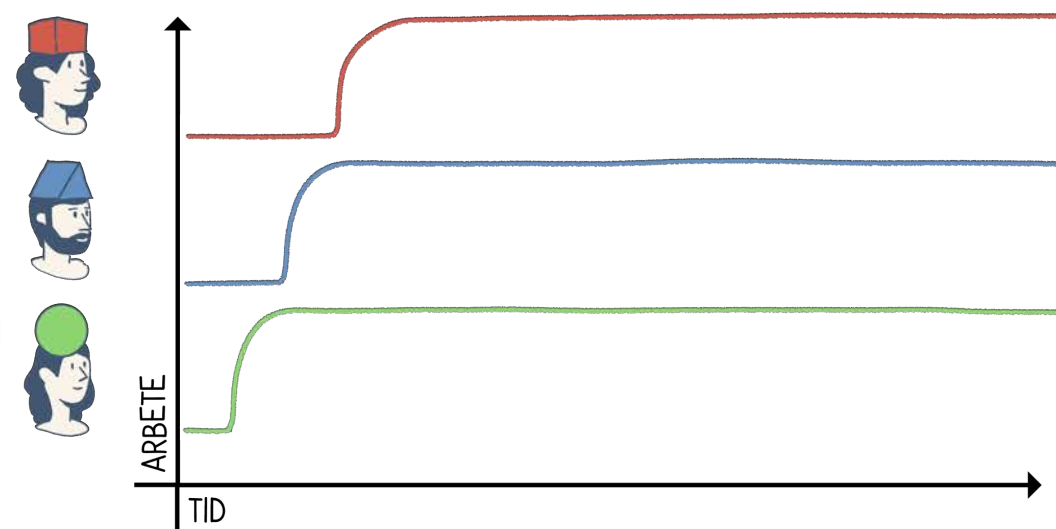
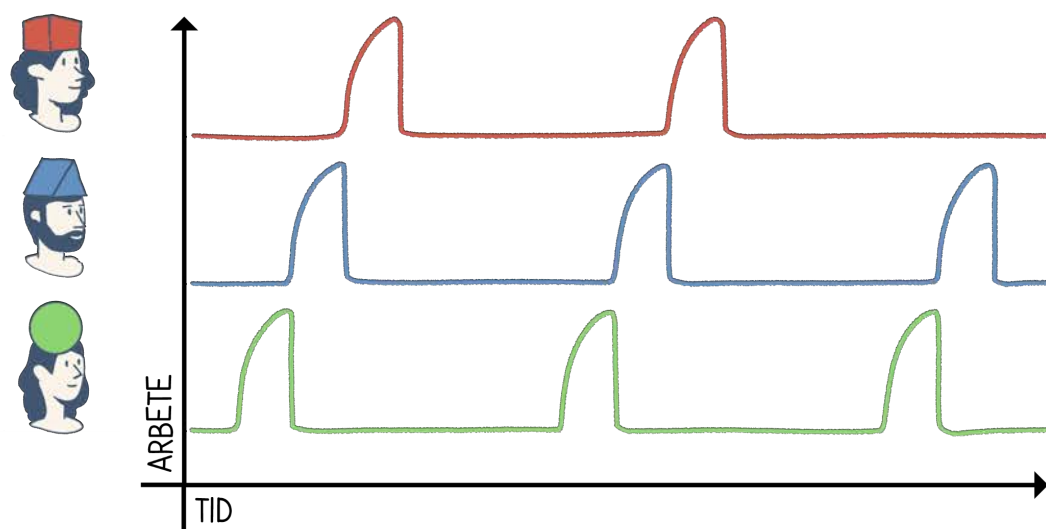
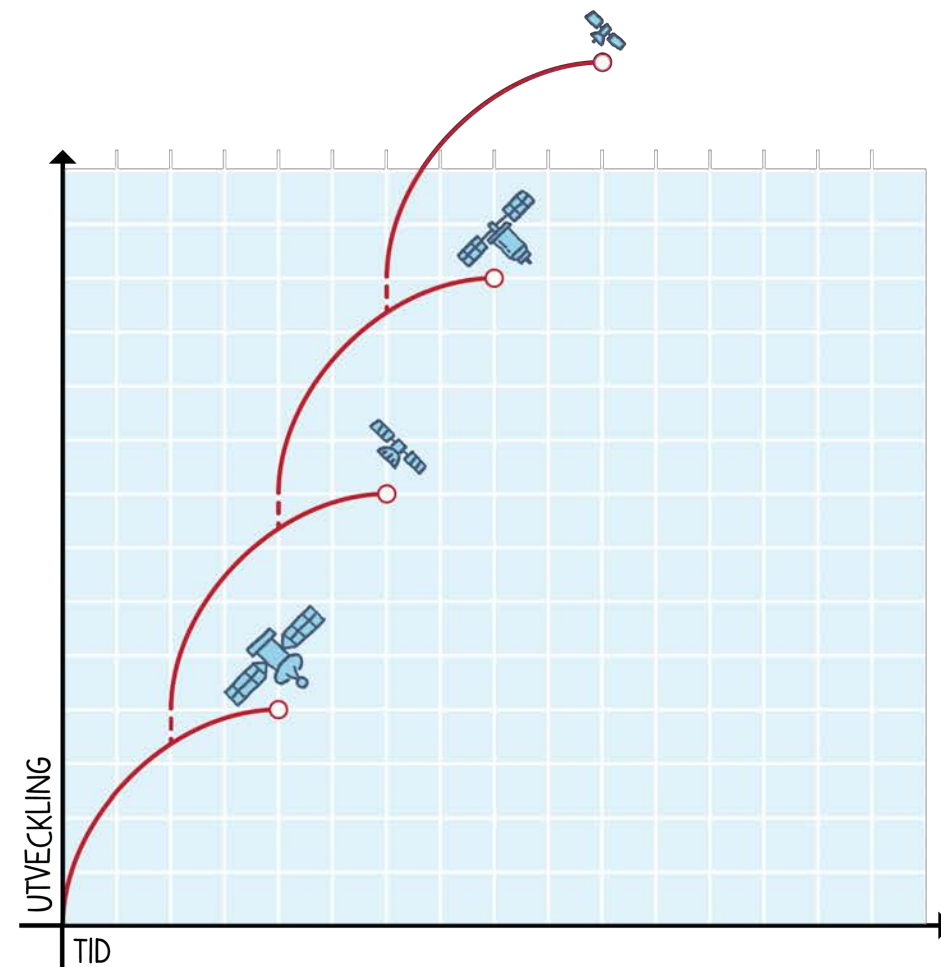
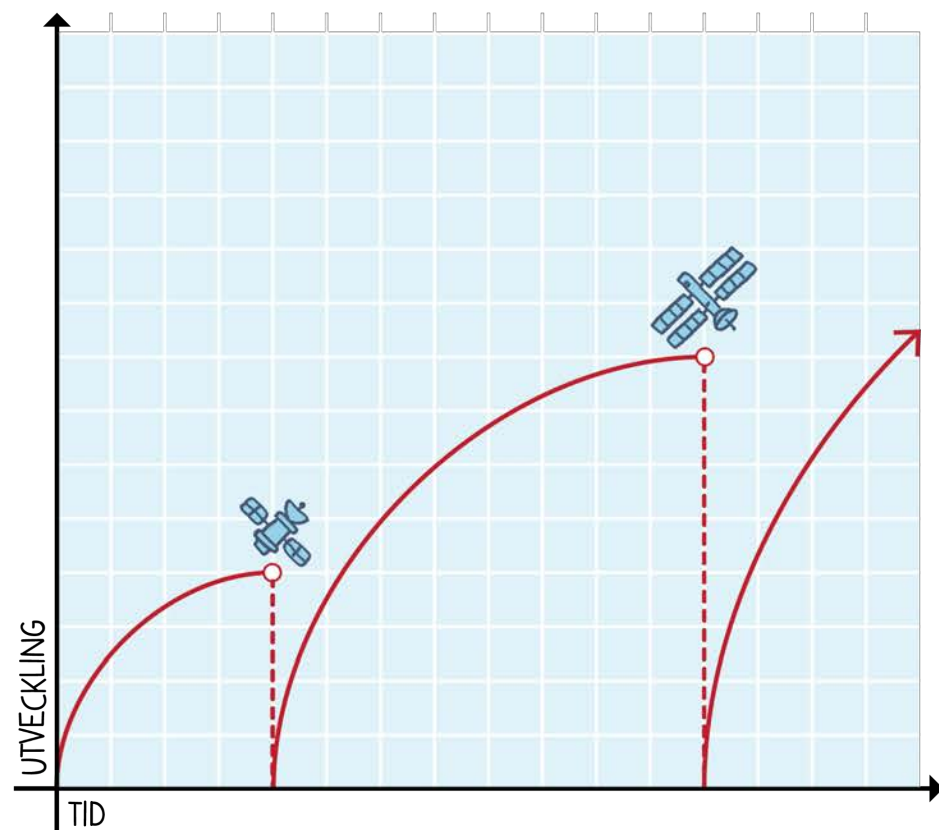
Under det senaste årtiondet har vad som brukar kallas för ”New Space Method” influerat och motiverat nya arbetssätt och metoder i en relativt konservativ internationell rymdbransch. Idéerna har på flera sätt utmanat etablerad praxis i rymdbranschen, särskilt omfattande dokumentations- och granskningskrav. Det har handlat om att röra sig från inkrementella till mer radikala förändringsprocesser. Snarare än specifika metoder har det handlat om ett förändrat förhållningssätt där byggandet av stora satelliter med rigida och långa testperioder alltmer har kommit att ersättas av mindre och fler satelliter som kan bära lite större risk. Genom att fler satelliter når rymden erbjuds flera möjlighet till lärande, både för svensk rymdforskning för den svenska rymdindustrin.

Ronnie beskriver det som att:

New Space handlar om att man tänker att vi kanske struntar i att ha 4000 krav, vi kanske bygger den här och så ser vi om den funkar och funkar den inte då ändrar vi lite på den och så ser vi om den funkar då. Man kanske inte har trippla redundanta system i en stor satellit, utan man kanske bygger tio satelliter som är lite mindre och som bara har ett system för varje sak. Det kanske är en som går sönder, men det spelar ingen roll för då har man nio kvar, så då lämpar man över redundansen i antalet snarare än i komplexitet i en enskild.

Inom svensk rymdforskning och teknik är delar av det idépaket som New Space Method består av ingenting nytt. Förändringar i den internationella branschen har på många sätt bekräftat redan etablerade tankesätt i Sverige. Sammanvävt med ny teknik har idépaketet kanske främst haft betydelse för att driva på och motivera bygget av fler och mindre satelliter.

Det är också viktigt i sammanhanget, och särskilt i relation till ambitionen med IFS-programmet, att ha i åtanke att New Space inte ska ställas emot eller är tänkt att ersätta Old Space. Trots att terminologin ”det gamla” och ”det nya” leder tanken till att det beprövade är något som bör undvikas till förmån för de metoder och den praktik som nu utvecklas och etableras ska de förstås som kompletterande synsätt. Beroende på typ av projekt behövs ofta förståelse och arbetssätt som hämtas från båda dessa perspektiv. Att säkerställa rymdforskning och teknikutveckling kräver både långsiktighet och kortsiktighet. Det är två perspektiv som lever parallellt, föder varandra och över tid utvecklas gemensamt. Den entreprenörskapsanda som har kommit med New Space har gett näring också till det långsiktiga arbetet. Billigare satelliter med högre risk möjliggör ett kontinuerligt lärande som möjliggör långsiktiga satsningar. Samtidigt som stora kostsamma projekt – som drivs av till exempel den amerikanska rymdorganisationen NASA eller den europeiska ESA – krävs för att det ska utvecklas satelliter som överlever resor allt längre bort från jorden och som kan ge oss svar på frågor vi inte kan formulera med den kunskap vi har idag.



Medan tidigare satellitprojekt har genomförts ett i taget fanns nu också en idé om att utveckla flera projekt inom ett program och att dessa projekt skulle bära gemensamma kostnader och dra lärdom av varandra över tid. Inom ramen för programmet skulle en och samma plattform (med viss modifiering) kunna användas. Genom att plattformen skulle kunna anpassas till olika vetenskapliga discipliner för ett flertal satellitbyggen kunde både kostnadseffektivitet skapas och kompetens tillvaratas bättre över tid. Mats är starten på en rad innovativa forskningssatelliter som gemensamt är tänkt alltså tänkt att vara första steget inom ramen för flera steg för att stärka svensk rymdkompetens.

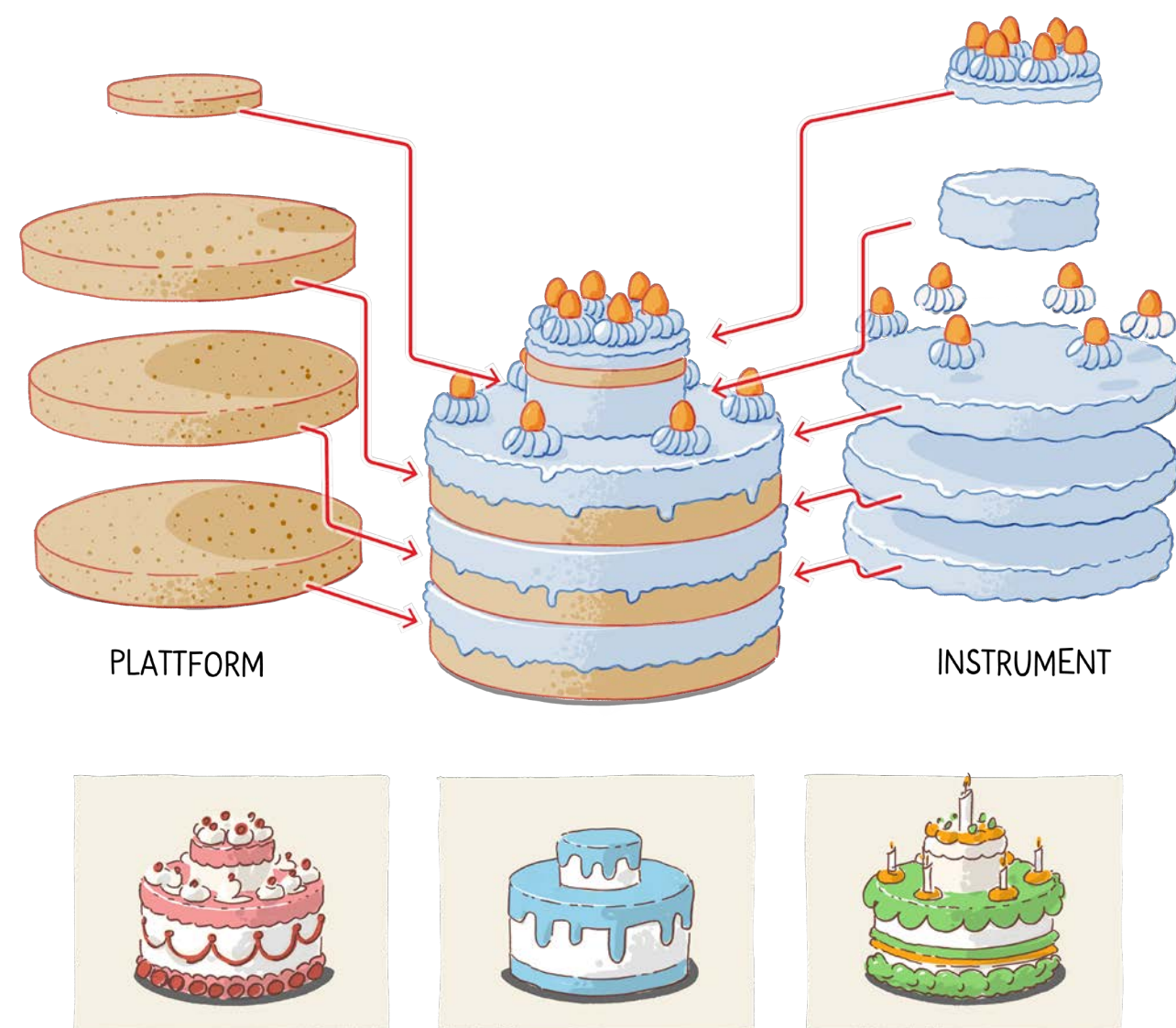
Inom ramen för **Rymdstyrelsens** utlysning fanns redan idén om **ett innovativt satellitprogram** som skulle bygga på att en och samma plattform kunde användas till flera olika vetenskapliga instrument. Forskare välkomnades därför att ge förslag på instrument – utifrån sina forskningsproblems behov – som skulle passa med och få plats på den tilltänkta plattformen. Forskarnas önskemål, tekniska möjligheter och budgetramar jämkades alltså samman i ett slags förhandling där alla parter redan i denna planeringsfas behövde ta hänsyn till varandra för att ett projekt ska kunna ta form och ett satellitbygge så småningom skulle kunna påbörjas.

Totalt inkom 20 forskningsförslag varav tre valdes ut av en vetenskaplig kommitté för att närmare analyseras och prövas. I fokus stod huruvida forskningsidéerna ansågs möjliga att genomföra på den grundplattform som tagits fram av OHB Sweden. Av dessa tre valdes slutligen ett projekt ut: Ansökan från **MISU**, som tillsammans med KTH och Chalmers, ville studera vågor i mesosfären, och bland annat fenomenet nattlysande moln. Efter det gav Rymdstyrelsen **OHB Sweden** och ÅAC Microtec i uppdrag att tillsammans bygga den nya typen av plattform med tillhörande teknik. Företaget **Omnisys** fick huvudansvaret för att utveckla och konstruera det vetenskapliga instrumentet som både behövde svara upp mot forskarnas behov och passa med plattformens storlek och prestanda.

Satellitprojektet Mats föddes i mötet mellan ny teknik och forskarnas ambitioner om att besvara komplexa frågor för att utveckla ny kunskap. En av de involverade personerna förklarar det som två sidor – två parter – som behöver mötas och förhandla sig fram till något som är görbart och rimligt. Och i denna förhandling blir kostnaderna och den givna budgeten en central aspekt som sätter ramarna för hur omfattande drömmar som får plats.

"Om man låter forskarna bara ha fritt och göra exakt som de vill utan tveksam så kommer det alltid bli en asdyr satellit med en ogenomförbar mission, en tuff bana som kostar mycket att komma till, det kommer att bli en satellit som är kanske flera ton och har massor med kapacitet och som visserligen är väldigt kraftig och väldigt kapabel enligt forskarnas vilja och dröm, men som samtidigt är väldigt, väldigt dyr."
(Nils)

Den satta budgeten sätter ramarna för ett satellitbygge. I fallet med Mats kunde beräkningar göras kring hur omfattande själva plattformen kunde bli och hur stor last – instrument – den skulle kunna ta med sig. Det i sin tur fick bestämma hur Mats skulle formges och hur långt från jorden Mats skulle kunna åka.



I projektet Mats är det OHB Sweden som står för utvecklingen av plattformen och Omnisys som har utvecklat instrumenten, vilket också kan kallas för "payload" eller nyttolast på svenska. Tillsammans skapar de forskningssatelliten. Likt en tårta vars fyllning kan varieras kan plattformen återanvändas och kombineras med helt andra, framtida instrument. Och på samma sätt som att val av tårtbotten i viss mån begränsar de möjliga fyllningarna – det är ovanligt att fylla sockerkakslagren med t.ex glass – sätter plattformen ramarna för de framtida instrumenten. Trots de många möjligheterna kommer alltså vissa inlåsningseffekter med val av plattform.

Rymd- styrelsen

- Sveriges rymdmyndighet.
- Ansvarig för forskning och utveckling av statligt finansierad nationell och internationell rymdverksamhet i Sverige
- Beställare och finansiär av Mats.

MISU

- Meteorologiska institutionen vid Stockholms universitet

- Är de forskare som har definierat forskningsprojektets frågeställningar som satelliten ska bidra till att besvara.
- Har samarbetat med andra forskare, framför allt utvecklingsingenjörer vid KTH och Chalmers.
- Är intresserade av att bättre förstå vad som påverkar jordens klimatsystem.

Omnisys

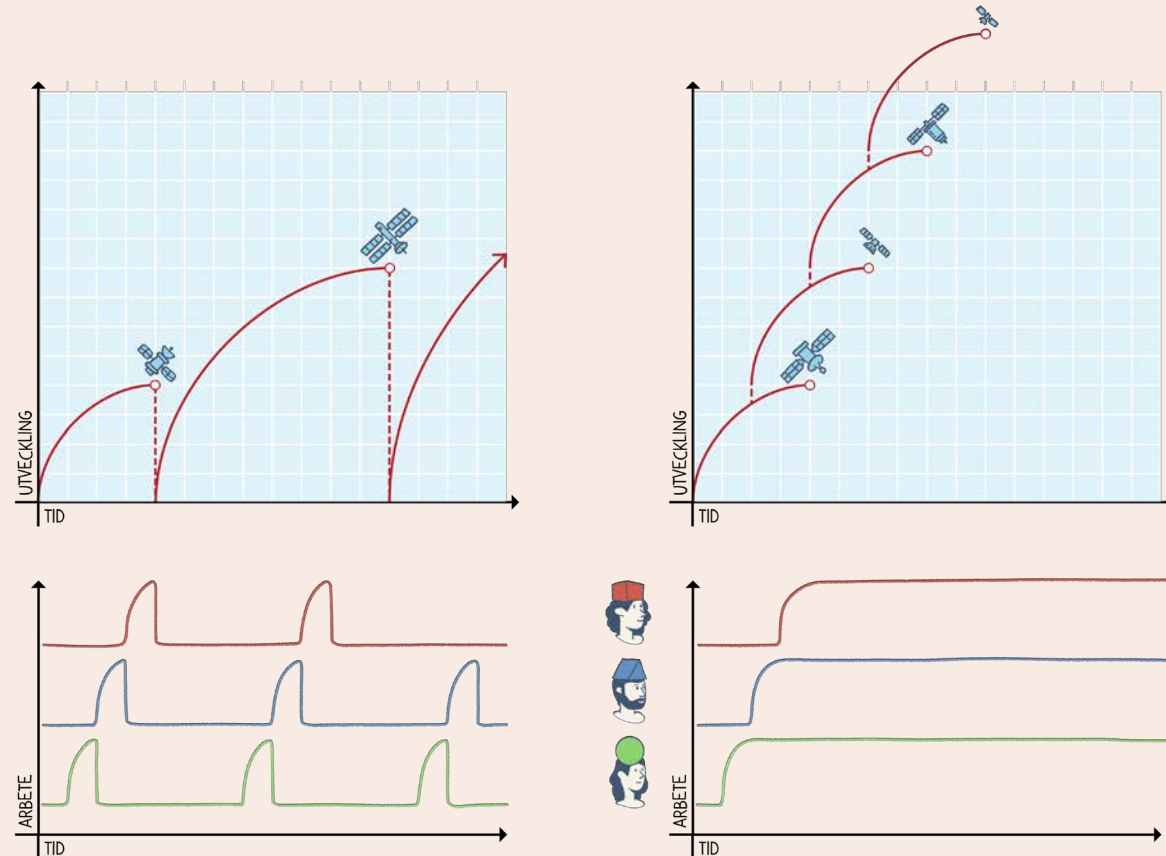
Är de ingenjörer som utvecklar och bygger vetenskapliga instrumentet till satelliter.

OHB Sweden

- Är prime contractor.
- Har byggt den innovativa plattformen.
- Ansvarar för att foga ihop plattformen med instrumenten och genomföra de tester som krävs för att en satellit ska bedömas redo att sändas upp i rymden.

Från projekt till program

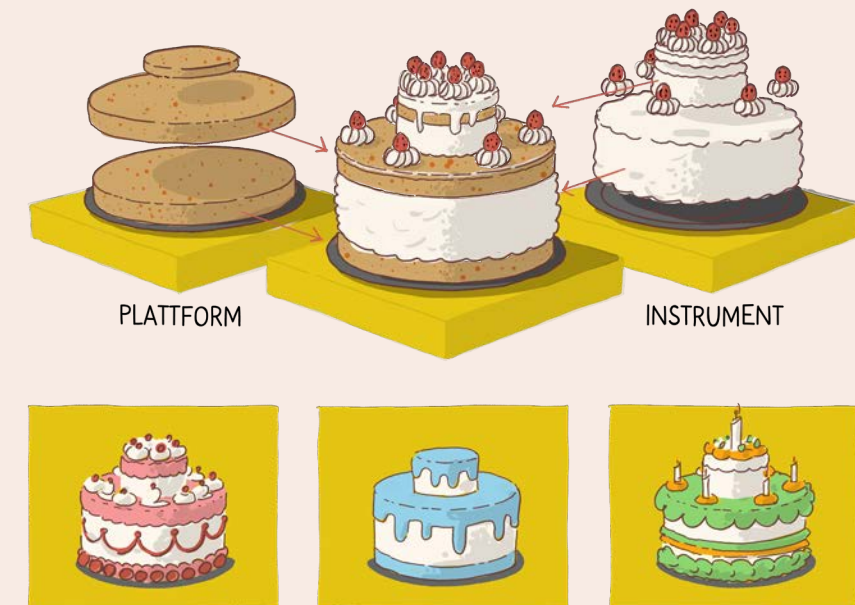
– att återanvända teknik och tillvarata kompetens



”De olika forskningsområden erbjuds möjlighet genom att tidsintervallerna är kortare, och man bygger upp kompetens i svenska forskningssamfundet. Det är också väldigt viktigt, det kan man säga är ett av huvudmålen med Mats. [...] Det blir en effekt av att Sverige har ett nationellt satellitprogram” (Ronnie)

När något ska bli gjort skapas ofta ett projekt. Projektformatet har många fördelar. Det ger startdatum och sätter slutdatum, definierar omfattning och arbetsbeskrivning, motiverar resurstilldelning och kan samla arbetskraft och ge styrfart till förändrings- och utvecklingsarbete. Men det finns också nackdelar. Ett projektarbete kan innebära att det samlade kunnandet fastnar i projektorganisationen. Projektdeltagarna slukas av sitt projekt – sin bebis – och när nästa projekt är i startgroparna är det därför inte ovanligt att man börja om att bygga någonting nytt från grunden.

Det klassiska sättet att organisera bygget av en ny satellit är genom projekt. Så har också alla tidigare svenska satellitbyggen organiserats. Samtidigt har projektifieringen av satellitbyggen lett till att bred och djup kunskap och värdefulla erfarenheter ofta har stannat i det enskilda projektet. En anledning till det är att tidigare satellitprojekt har varit stora och löpt över lång tid. Det var fallet med Sveriges senaste satelliter – Odin och Prisma. En annan anledning till att kunskapen har ”klibbat fast” – som också forskning om kunskapsöverföring visar – är att det sällan är självklart hur ny kunskap och samlade erfarenheter ska överföras till nästa eller andra projekt. Incitamenten att lära av andra är inte alltid tydliga inom ett satellitprojekt – ofta stressar tid och budget på och allts om upplevs ta onödig tid prioriteras ned.

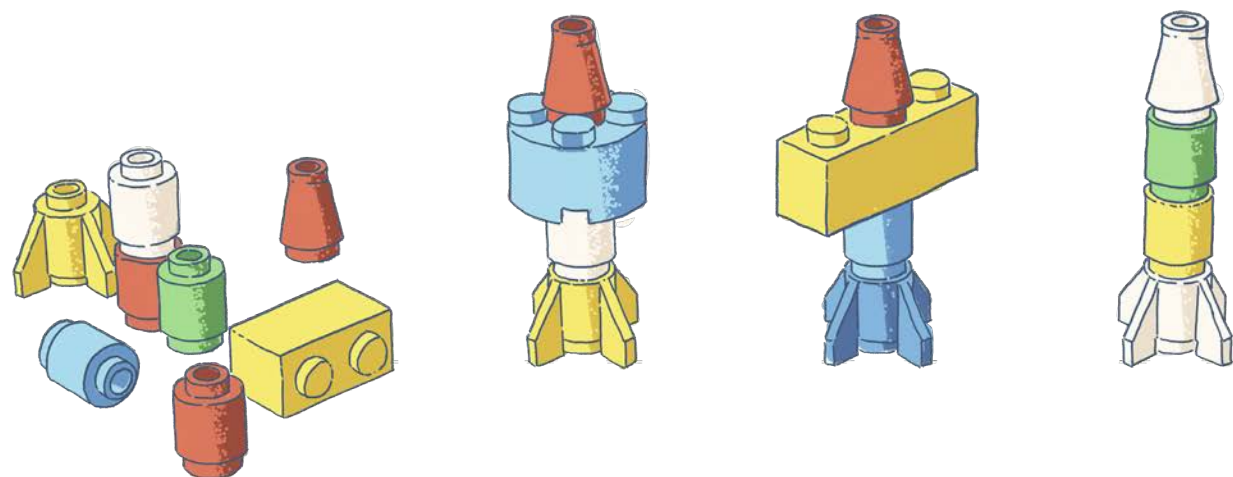


Med forskningssatelliten Mats har Rymdstyrelsen lanserat ett nytt sätt att organisera utvecklings- och byggprocessen för att undvika projektifieringens baksidor. Projektet har utvecklats till ett program, och Mats är startskottet på myndighetens programsatsning innovativa forskningssatelliter (IFS).

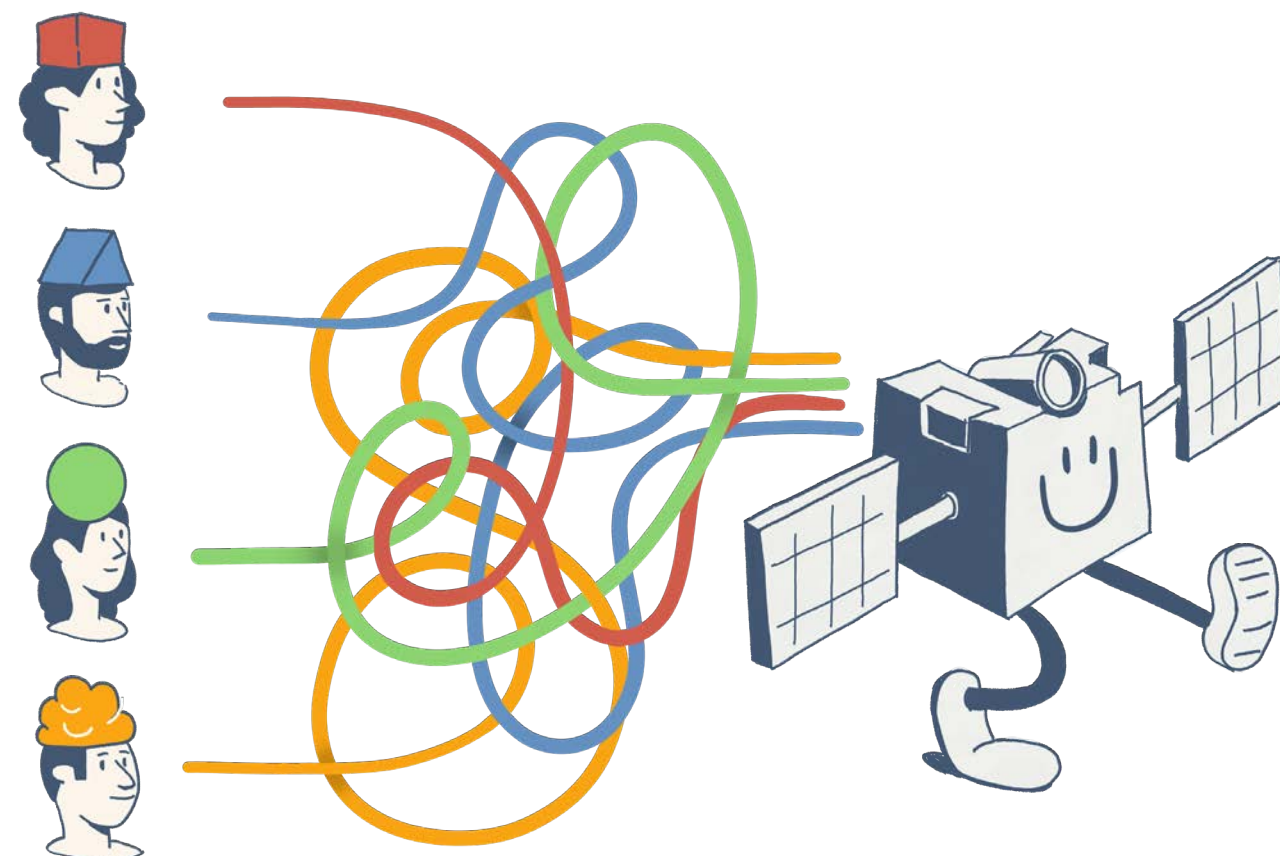
I stället för att satsa på att utveckla en stor och dyr forskningssatellit och låta arbetet löpa över lång tid, ska Rymdstyrelsen nu bygga flera mindre och mer kostnadseffektiva satelliter på kortare tid. Det både ger möjligheter till och förutsätter att teknik återanvänds och kunskap tillvaratas. Ambitionen med programmet är alltså att skapa kostnadseffektivitet, behålla kompetens och öka takten på svenska satellitbyggen. Satellitens plattform – själva basen för det vetenskapliga instrumentet – byggs enligt ny innovativ teknik och kan återanvändas till framtida instrument. Därigenom pressas kostnader och processen snabbas på, vilket öppnar upp för att fler satelliter kan färdigställas och skickas ut i rymden på kortare tid. Initiala kostnader kan hämtas hem i framtida satellitbyggen.

Programtanken skapar också en kontinuitet och kopplar samman de olika satellitbyggena med varandra. Innan Mats ens har skjutits upp i rymden är arbetet med nästa satellit, vars instrument ska kopplas på samma plattform, igång. Därigenom kan kunskap och kompetens bättre tillvaratas och utvecklas – både inom rymdteknik och det vetenskapliga arbete som är beroende av data från rymden. För det krävs i sig tid och resurser. Ronnie från Rymdstyrelsen beskriver det som:

”Mycket sitter i den gemensamma kunskapen hos oss som har varit involverade. Det har inte systematiskt skrivits ner lärdomar, och det kan ju vara en lärdom att man kanske behöver mer resurser och att man kanske behöver fokusera på det och släpper det operativa då som förhoppningsvis blir fallet i nästa satellit. Att det blir mer avstämningar än en gång i månaden och man ser till att arbetet löper på liksom. Det är absolut viktigt att behålla den kunskapen för man ska ju inte göra samma misstag igen. Det var väl Einstein som sa det att det är bara idioter som gör samma saker om och om och förväntar sig olika resultat.”



Den inom bilbranschen etablerade idén om att bygga en plattform där olika komponenter adderas för olika bilmodeller (och varumärken), har också kommit att intressera rymdbranschen. Med hjälp av idén om att en satellit kan byggas som en plattform till vilken olika verktyg – för olika forskningsändamål – monteras kan utvecklingskostnaderna minska genom att dessa fördelas ut på ett antal satelliter. Kostnaderna för att utveckla den första innovativa plattformen för Mats – genom OHB Swedens satellitplattform – ska kunna hämtas hem för framtida satelliter inom ramen för Rymdstyrelsens satellitprogram IFS. Plattformen kan också säljas till andra intressenter och därigenom stärka den svenska rymdindustrins konkurrenskraft.



Det går inte att enkelt säga vad som är hönan och vad som är ägget i realiserandet av ett satellitprojekt; Är det forskarnas önskan om att bättre förstå klimatsystemet, eller att ny teknik finns tillgänglig? Satellitprojektet Mats är resultatet av en pågående dialog mellan finansiär, forskare och företag och kan bäst beskrivas som resultatet av både hönan och ägget. Den svenska rymdindustrin och svensk rymdforskning är ömsesidigt beroende av varandra och Rymdstyrelsen skapar förutsättningar för att dessa möts och kan samarbeta i gemensamma satsningar. De olika aktörerna drar fram varandra, och många gånger sker detta genom just parternas olika behov, önskemål och krav: "Det råder inte någon lam konsensusmiljö här inte", som en involverad person konstaterar.



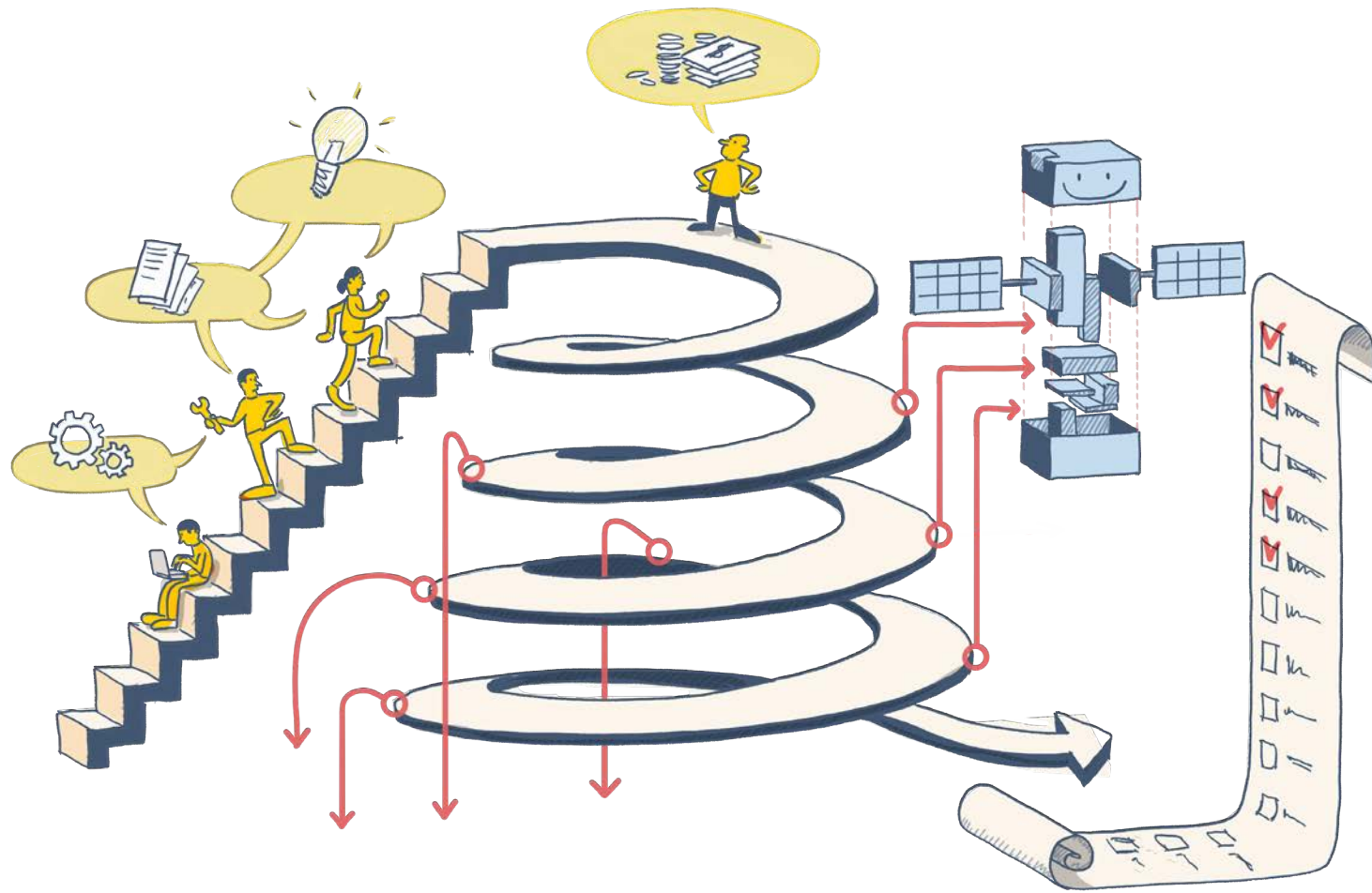
Sverige är ett litet land med begränsade resurser, där alla behöver hjälpas åt att våga och tänka nytt. Den gemensamma förståelsen är att olika mål kan realiseras om man försöker förstå varandra och kan enas kring ett gemensamt mål. För det krävs att alla är villiga och motiverade till att samarbeta och tänka utanför den egna boxen. En förutsättning för att Mats skulle bli till var att alla var överens om den formulerade missionen – **”mission prime”** – det vill säga syftet med forskningssatelliten. Ronnie på Rymdstyrelsen formulerar det som att:

”Jag har alltid sagt att ska Sverige kunna ha ett nationellt satellitprogram då måste det finnas en viss goodwill, då kan man inte sitta och räkna varenda krona och säga ’Vi ska inte göra det, det är ert arbete’. Alla aktörer måste samarbeta och försöka lösa saker tillsammans, och det tycker jag att vi har lyckats väldigt bra med. Alla känner varandra väl. Det är ett lite mindre team också som man kan ringa. Det är mycket mindre formellt och alla känner att de har en tillhörighet i projektet. Det är lite deras bebis också.”

Mission prime

- Det vetenskapliga målet är att studera vågor i atmosfären och deras inverkan på klimatet.
- Två fenomen behöver förstås bättre: nattlysende moln och atmosfäriskt luftsken.
- Mats kommer att kunna bidra med bättre förståelse för hur atmosfärens övre lager växelverkar med väder och vind närmare jorden.

FAS 3. Mats blir verklighet

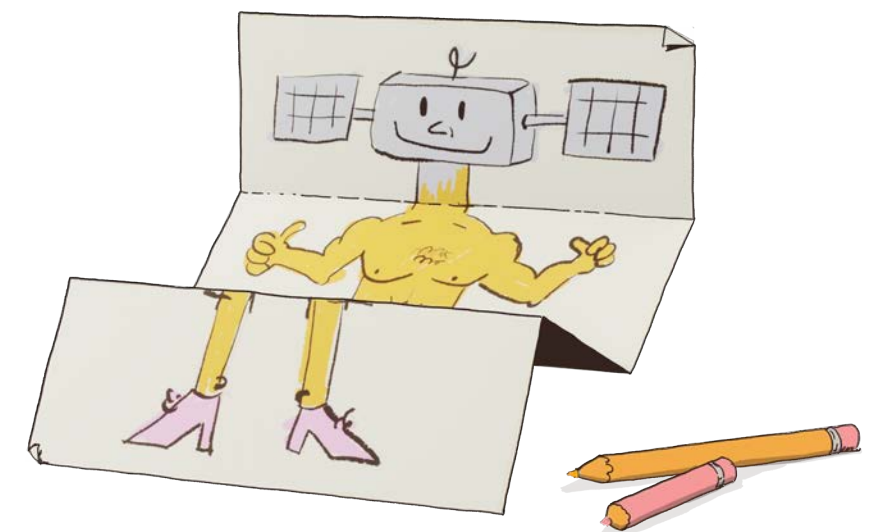


I genomförandefasen omsätts och översätts idéerna till praktiken. Det är nu satelliten byggs och testas inför sitt uppdrag. Fasen följer en i sammanhanget etablerad arbetsprocess med väldefinierade steg. De olika stegen är nödvändiga för att en satellit ska bli verklighet. Men för att satellitprojekt ska bli lyckosamt – fungera och bli klart i tid – är relationen mellan aktörerna samt deras förmåga och vilja att samarbeta det som är ytterst avgörande.

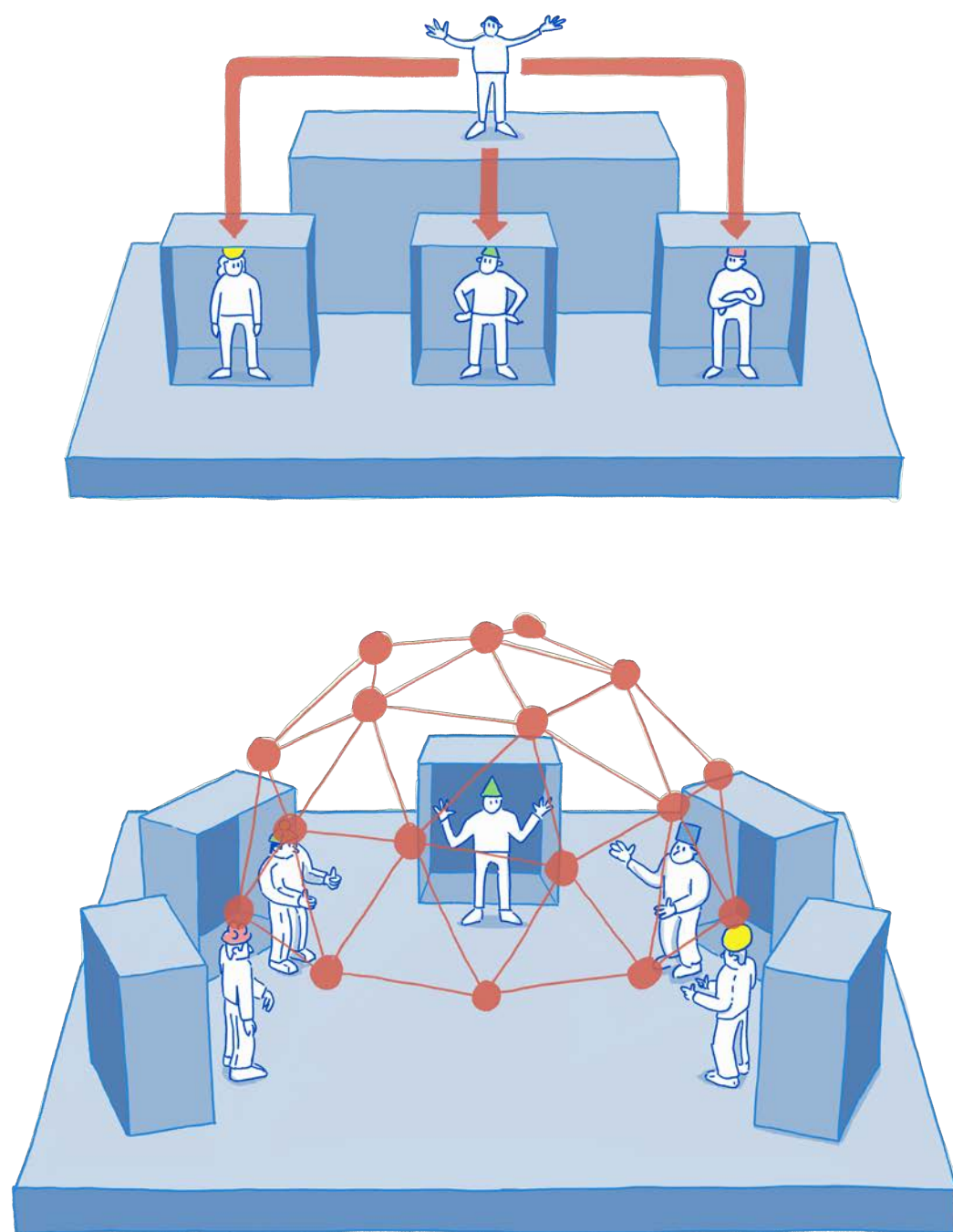
Arbetet med att faktiskt bygga forsknings-satelliten Mats tog fart på allvar år 2014. Som beställare hade Rymdstyrelsen en given, central roll i att både förverkliga projektet och att driva det framåt under genomförandefasen. Myndigheten definierade projektramarna inte minst genom att styra över budgeten, men också genom att samla de olika projektdeltagarna kring den övergripande missionen. Projektledaren Ronnie Lindberg fick tidigt i projektgenomförandet en mer omfattande roll än endast som beställare. Med sin bakgrund i ett europeiskt rymdsammanhang hade han god insyn i rymdteknik och skulle därför komma att få en relativt operativ projektledarroll.

Förutom finansären – Rymdstyrelsen – bestod **projektgruppen** av de personer som var knutna till forskningsprojektet kopplat till MISU och de ingenjörer som arbetade för OHB Sweden, AAC Microtec och Omnisys. Flera av dessa personer hade varit delaktiga redan i det allra första visionsstadiet.

Att bygga det vetenskapliga instrumentet kräver kunniga forskningsingenjörer. Eftersom det är en yrkesgrupp som inte längre finns vid de svenska universiteten, engagerades Omnisys – ett företag sprunget ur Chalmers vetenskapliga miljö – i att utveckla och bygga instrumentet till Mats. Upplägget krävde att också att forskarna från MISU samarbetade parallellt med utvecklingsingenjörer vid Chalmers och KTH för att skapa så goda förutsättningar som möjligt för Omnisys arbete. Trots att det på så sätt krävdes många olika parter och tid och resurser till samverkan dem emellan var upplägget nödvändigt för att ro det komplicerade bygget av instrumentet i hamn. Expertis från andra vetenskapsområden än den vid MISU, krävdes för att bättre förstå optik, mekanik och programmering, och hur den utvecklade tekniken skulle kunna bidra till att det vetenskapliga målet skulle kunna uppnås. Det finns också en väletablerad tradition inom det svenska rymdforskarsamfundet att hjälpa varandra. På så sätt kan erfarenhet och kompetens från byggare av helt andra rymdflygande vetenskapliga instrument komma till användning.

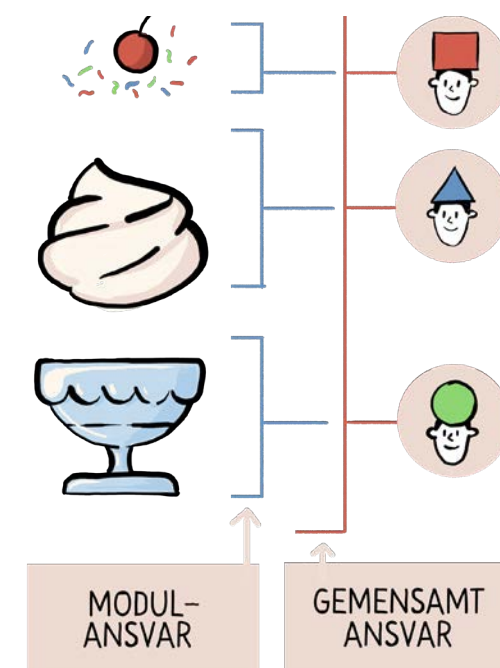


För att kunna genomföra Mats betonar samtliga projektdeltagare betydelsen av en informell och kontinuerlig dialog. Det har varit viktigt för att säkerställa att alla delar samma målbild och inte arbetar med parallella bilder och processer som senare inte passar ihop. Det har också varit viktigt för att påminnas om varandras olika delmål och uppgifter för att tillsammans kunna skapa en gemensam bild av hur Mats ska ta form.



En förutsättning – och framgångsfaktor – för genomförandet av Mats är, förutom den gemensamma förståelsen för målet med Mats, viljan att lära av varandra och förmågan att kunna gå utanför sitt eget kunskapsområde. Genom att möta varandra med frågor och nya perspektiv har man också kunnat utveckla gemensamma insikter som har varit viktiga för att hitta nya lösningar i ambitionen om att utveckla en mindre och mer kostnadseffektiv satellit.

För att nå missionen krävs att Mats fungerar. När satelliten sänds upp i rymden måste den hålla för de prövningar som ställs på teknik och prestanda. Den måste också kunna ta sig till sin omloppsbana i rymden för att kunna sända den förväntade data till jorden och markstationerna. Alla är därför överens om att satelliten måste fungera. Det blir snabbt ”svart eller vitt” – endera fungerar satelliten, eller så fungerar den inte. Det i sig blir ett gemensamt övergripande mål som skapar förutsättningar för att de olika inblandade personerna ska vara villiga att lyssna in andras behov och expertis. Alla känner ansvar för att Mats ska fungera!



Relationen mellan de olika aktörerna har varit direkt avgörande för att Mats har kunnat bli verklighet. Arbetet kräver respekt för varandras expertroller, men också en vilja och förmåga att **samverka** och engagera i ett gemensamt arbete över de professionella gränserna. Själva arbetsprocessen beskrivs som ganska generisk med tidslinjer och att leverera enligt vissa milstolpar, och utifrån ett sådant perspektiv spelar det mindre roll om man bygger en diskmaskin, en truck eller en satellit. Det som är mer krävande i ett satellitprojekt är bredden av expertis. Enligt Nils handlar därför projektledning i sammanhanget om förmågan att ”hålla ihop det breda spann av expertis som krävs för ett satellitprojekt”. Det är därför en fördel om projektledaren har en bred bakgrund och kan ställa både detaljerade och övergripande frågor.

Arbetet med Mats kan förstås som organiserat enligt en i utvecklingsprojekt väletablerad **ABCDE-designprocess**. Dessa steg, som följer efter ”steg noll” där missionen och användningsområde definieras, är praxis i rymdbranschen. Mats har dock inte följt dessa steg så i detalj som brukar vara fallet i större projekt inom NASA och ESA. Mer övergripande kan dessa fem steg delas in i två större: (1) designfas, och (2) bygg- och testfas.

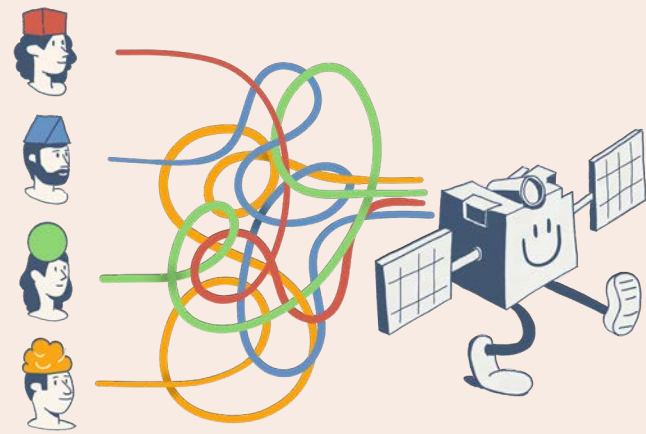
Projektgruppen

– människorna bakom Mats

Bakom varje genomfört satellitprojekt finns människor. De personer som har varit med och utveckla och bygga Mats kan kategoriseras enligt följande roller:

- **Forskarna vid MISU – Meteorologiska institutionen vid Stockholms universitet** –formulerar det vetenskapliga målet som blir styrande för utformandet av satelliten.
- **”Prime contractor”, OHB Sweden** ansvarar för att bygga plattformen och för att koppla på instrumenten samt att satelliten testas.
- **Byggarna vid Omnisys** är ingenjörer som utvecklar och bygger instrumentet till plattformen.
- **Rymdstyrelsen** är beställare och finansiär.

Samverkan och kunskapsmäklare



”Forskarna vill alltid ha allt och lite till, och ingenjörerna kanske säger ’ja, men det blir svårt och det blir dyrt’. Då får man mäkla.”
(Ronnie)

För att kunna genomföra Mats krävs djup expertkunskap – om en rad olika frågor. Ett satellitprojekt är komplext och omfattande och spänner över flera specialistområden. För Mats handlar det om en bred uppsättning special-istkunskaper, såsom forskarnas expertis om atmosfären och faktorer som påverkar klimatet, och rymdingenjörernas kunskap om vilka material och komponenter som krävs för att en satellit ska överleva i rymden. För att satelliten ska bli till och fungera – och kunna leverera data till forskarna – behöver alla komponenter passa minutiöst in i varandra. Alla olika delar i detta komplexa arbete är därför ihopkopplade. Samtidigt som det djupa kunnande som de olika experterna har är helt avgörande för arbetet, krävs också en bred förståelse för hur de olika delarna hänger samman och hur de kan kombineras.

Ett satellitprojekt ställer därför höga krav på att experterna kan och är villiga att förstå varandra. Relationen mellan aktörerna, men också synen på vilka roller olika aktörer behöver ha – och ta – är central. Förutom expertkunskap behövs därför ett slags samverkanskompetens. Tre aspekter har varit särskilt betydelsefulla för att arbetsprocessen med Mats har kunnat genomföras i gränslandet mellan olika professionella expertisområden. Det är tre aspekter som alla har bidragit till den samverkanskompetens som har utvecklats i projektet.

Tillitskultur

En grundläggande förutsättning för samverkan är tillit. Den svenska kulturen inom rymdforskning och rymdteknik kännetecknas av öppenhet, samarbete och förtroende. Det är inget som är specifikt just för Mats, utan har alltid genomsyrat svenska rymdprojekt. Sverige är också ett litet land i sammanhanget och alla behöver samarbeta för att kunna konkurrera med större internationella satellitprojekt.

I en arbetsmiljö där de olika deltagarna har tillit för varandra skapas utrymme att fokusera på det som är viktigt – på själva görandet. I stället för att fastna i komplexa och tidsödande kontroll- och granskningssystem har projektdeltagarna i Mats haft stort utrymme att ägna sin arbetstid åt att gemensamt lösa de problem och utmaningar som krävs för att en färdig satellit ska bli till.

I rollen som beställare och finansiär har Rymdstyrelsen, och projektansvarige Ronnie, haft central betydelse i att främja en tillitskultur. Alla deltagande parter är överens om att detta har haft stor betydelse för att hålla samman arbetet och stötta översättningar över de olika professionella parterna. Det har också haft positiv påverkan på deltagarnas möjligheter att våga testa och att vara öppna inför nya arbetsmetoder och lösningar.

Små team där alla känner alla

En annan framgångsfaktor i organiseringen av Mats har varit de begränsat antal personer som har involverats. Redan från start sattes ett ”kärnteam” samman, vilket har gjort det möjligt för alla involverade att arbeta nära varandra och slutresultatet - Mats.

Ingen riskerar att sitta på sin egen kammare och arbeta med en liten kugge i det större maskineriet. Alla görs inte bara involverade i det som ska bli till en fungerande satellit, utan alla blir också ansvariga. Det är ett gemensamt ansvar att Mats faktiskt fungerar som det är tänkt när satelliten väl skjuts upp i rymden.

”Man skapade mindre team, man kände varandra och det var inte massa olika människor som kom in och sedan försvann, utan det var små kärnteam som satt och gjorde det här och hade nära till varandra och kunde prata och lösa problemen, så att säga. [...] Det var inte vissa som satt och gjorde krav, några som försökte bygga och måste fråga de som designar ’hur tänkte ni här?’, och ett gäng som sitter och testar, utan det var som en iterering med ganska få antal människor.” (Ronnie)

En lärdom av att arbeta med Mats och i små team har varit betydelsen av att lägga tid på att mötas över de professionella gränserna. Att träffas, att lära känna varandra och att tillsammans utveckla gemensam förståelse av vad som krävs och vad som behöver göras. I större satellitprojekt är det inte görbart att alla personer träffas, och därmed förspills möjligheten av att lära sig om någon annans expertområde och chans att tänka nytt inom det egna expertområdet.

Kunskapsmäklare

Att samverka över professionella gränser – där experter med helt skilda bakgrunder, behov och önskemål ska mötas och dra åt samma håll – kräver givetvis att alla involverade vill och försöker förstå varandra. Men det betyder inte att alla alltid ska anpassa sig. Samverkan innehåller alltid – och ska så göra – ett spänningsfält mellan konflikt och konsensus. Trots att det förstnämnda tenderar att ha en negativ klang, och det sistnämnda

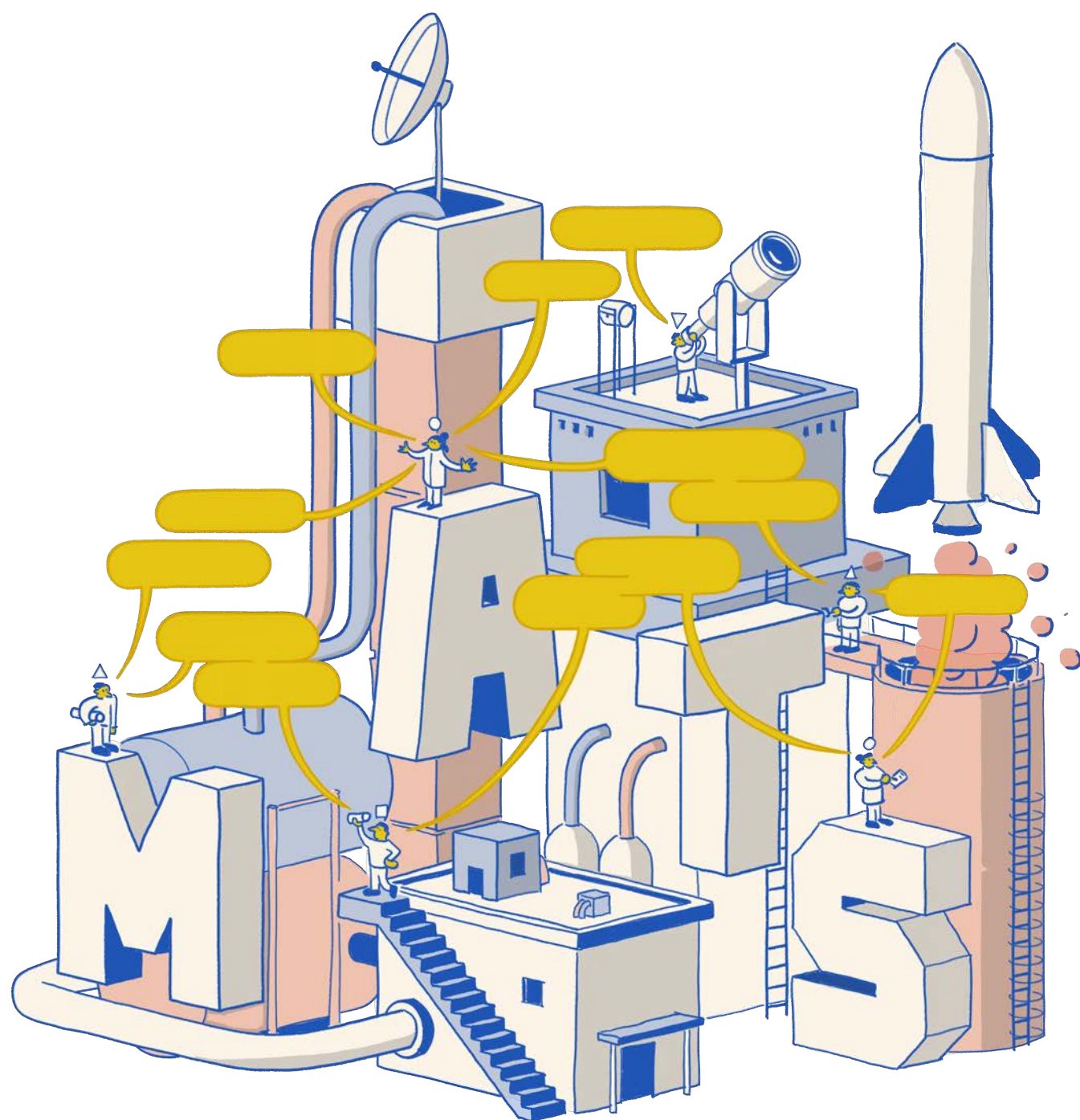
ofta lyfts fram som något eftersträvänsvärt, visar forskning inom området att det ofta är helt avgörande att experter försvarar de egna intressena i en samverkanssituation. En alltför långtgående anpassning kan riskera att leda till att viktig kunskap och erfarenhet nedprioriteras och bäddar över tid för likformighet och minskad innovationskraft.

I arbetet bakom Mats har därför olika typer av kunskapsmäklare haft central betydelse. Det är mäklare som har kunnat översätta och bygga broar mellan de olika expertområdena, och som också har gjort det möjligt för experterna att förbli just experter. I bland har de fått ta rollen som förhandlare av intresse och önskemål. Rymdstyrelsens roll har här också varit att påminna om att budgeten sätter gränser för vad som är möjligt, och agera som en överordnad förhandlare de få gånger det uppstått låsningar.

Främst är det projektledare som har agerat kunskapsmäklare. De har haft bred förståelse och kompetens att prata fler än ett språk och kunnat översätta mellan de olika experterna och deras behov.

”Visst, projektledning, spelar ingen roll om man bygger en diskmaskin eller truck eller satellit, det är ju egentligen samma sak. Det som är lite mer krävande i det här är att man projektleder ett ganska brett spann av expertis och det är det som är utmaningen.”
(Nils)

Den komplexa karaktären på Mats har krävt fler än en projektledare. Alla deltagande verksamheter har haft sin egen ytterst ansvariga person och på gemensamma möten har ofta alla dessa projektledare träffats. Rymdstyrelsen har varit ”spindeln i nätet”. Omnisys, som bygger instrumentet, har till exempel inte varit underleverantörer till OHB Sweden – trots att de är övergripande systemansvariga – utan ambitionen har i stället varit att alla ska vara fristående och delta på lika villkor. Det har varit bra, men samtidigt krävt att Rymdstyrelsen har navigerat mellan de olika parterna.



Att genomföra Mats har krävt ett komplext samarbete. Att arbetet framför allt har genomförts av ett litet team har underlättat. Alla har arbetat för samma mål – att få Mats att fungera. Små team kan samtidigt bygga in en sårbarhet. Det kan vara svårt att ställa om, att ändra kurs och riktning på projektet om det skulle behövas.

Designfas: Mats tar form i datorn och i prototyper

Efter att MISUs forskningsprojekt hade valts ut och de företag som fått uppdraget att utveckla satellitplattformen och instrumenten blev den nya projektgruppens uppdrag att göra en förstudie och ta fram ett utvecklat förslag på hur Mats skulle kunna genomföras. Utgångspunkten för arbetet och samtalen var, som alltid i statligt finansierade satellitprojekt, de vetenskapliga målen (missionen). I Mats gick forskningsidén och plattformsidén hand i hand, men med utgångspunkt i MISUs forskningsansökan.

Arbetsprocess:

från A till E

Det operativa arbetet med Mats har följt vad som i rymdsammanhang är en etablerad arbetsprocess med fem faser:

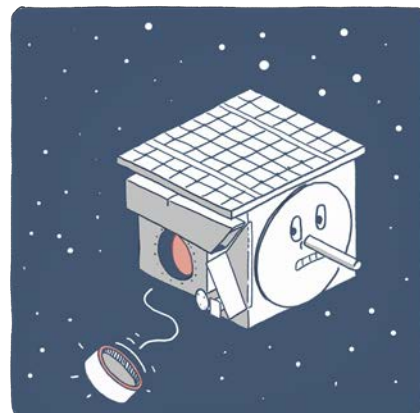
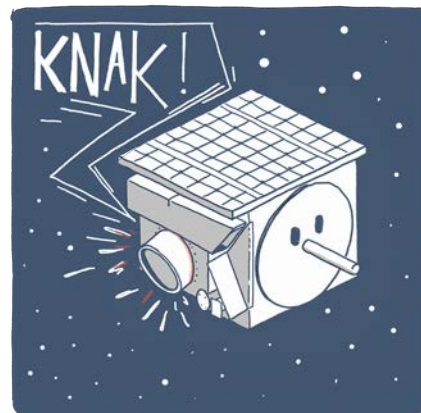
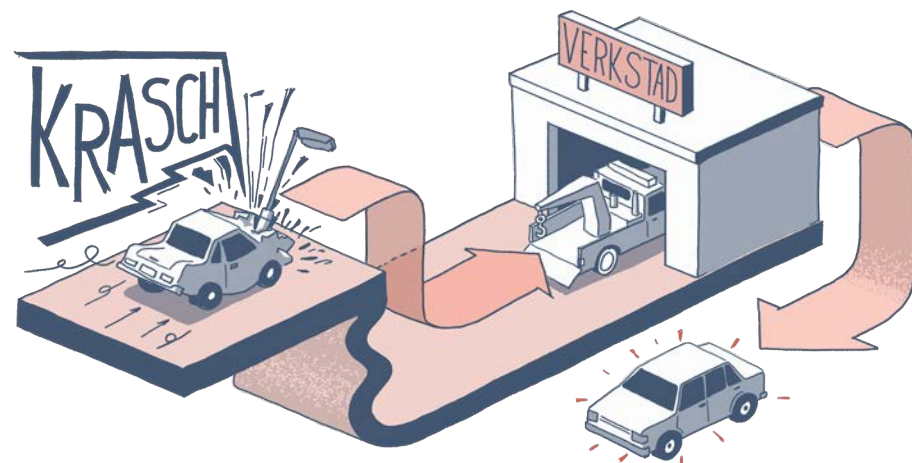
- A:** Genomförbarhet
- B:** Preliminär design
- C:** Detaljerad design
- D:** Kvalifikation och produktion
- E:** Användning och förfogande



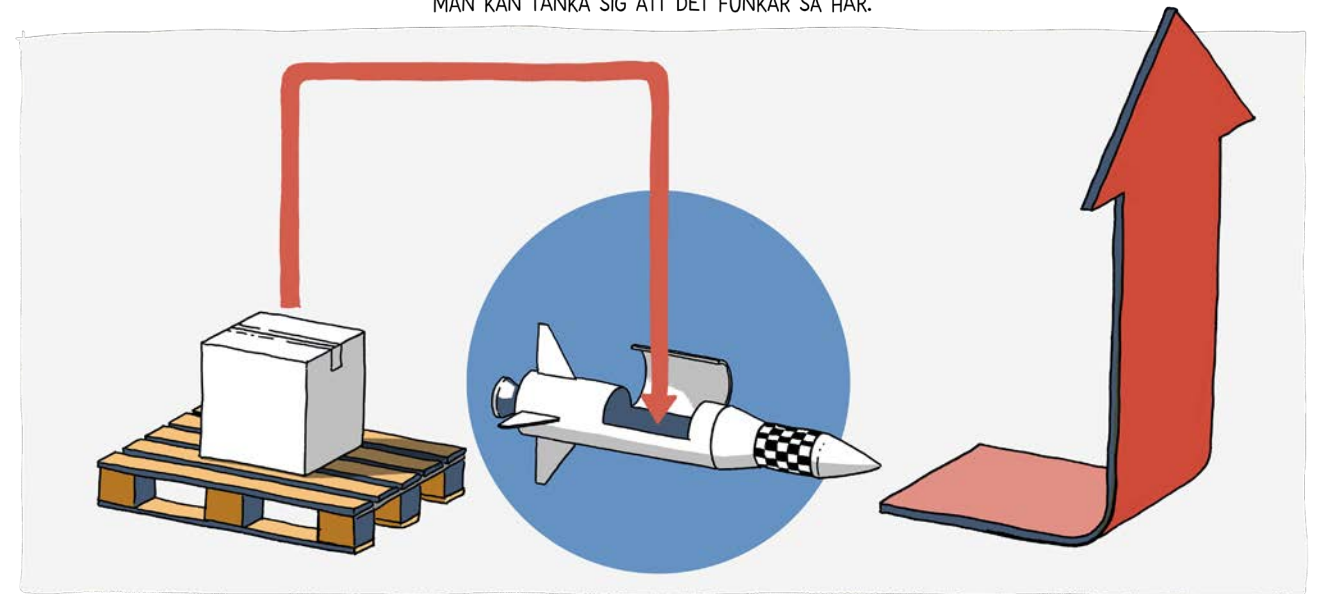
En förutsättning för att arbetet med att genomföra Mats har fungerat är att alla involverade parter känner ansvar för Mats. Det gemensamma målet är att göra Mats flygfärdig – satelliten ska klara att ensam överleva de prövningar och hinder som väntar i rymden.

Det första steget handlar om att ta fram en beskrivning av projektets genomförbarhet och "mission". För att kunna ta fram en sådan beskrivning behövde aktörerna diskutera de vetenskapliga målen och förutsättningarna för att kunna bygga en satellitplattform utifrån de instrument som skulle behövas för att uppnå målen. Det var ett arbete som handlade om att försöka förstå flera okända faktorer och hur de behövde fungera tillsammans för att Mats skulle kunna bli till. Samtidigt som denna första – rätt omfattande – designfas givetvis syftar till att ta fram en så detaljerad och välutvecklad beskrivning av det framtida bygget som möjligt, är det också en fas av tillitsbyggande. Det är i dessa diskussioner, på alla möten, avstämningar, justeringar och ytterligare justeringar, som de olika experterna utvecklar konsensus kring vad de ska göra – vad Mats ska bli och hur Mats ska förverkligas. Designfasen handlar om att utveckla och etablera en gemensam bild av den framtida satelliten.

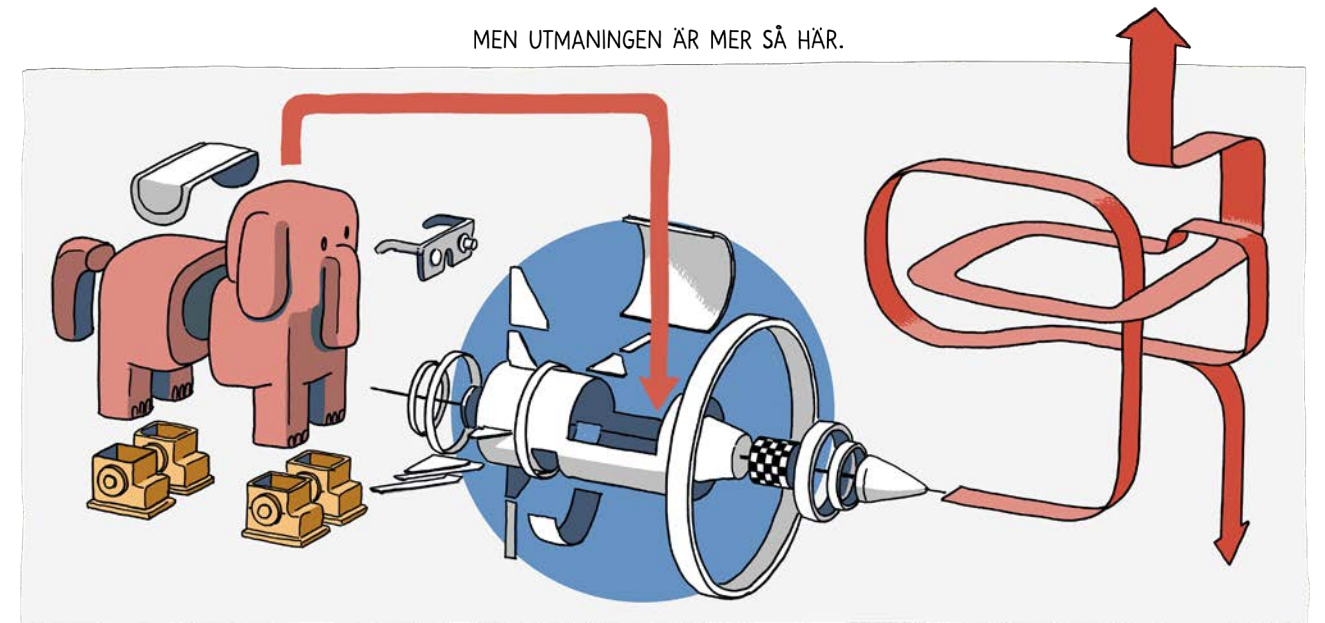
När riktlinjerna för genomförbarheten hade tagits fram var det dags att designa Mats. Nu tas de första mer genomarbetade skisserna fram för att kunna analysera hur satelliten ska kunna byggas för att faktiskt uppfylla de krav som har ställts. Det går inte längre att "höfta", utan en färdig design ska tas fram. Fasen resulterar i "Preliminary Design Review" (PDR) – en av de klassiska milstolparna i ett rymdprojekt. Externa experter går då nogsamt igenom designen med uppgift att identifiera om det är någonting som inte håller i designen, om det finns brister i utförandet. Fasen avslutas med ett ja eller nej till att ta idén vidare.



MAN KAN TÄNKA SIG ATT DET FUNKAR SÅ HÄR.



MEN UTMANINGEN ÄR MER SÅ HÄR.



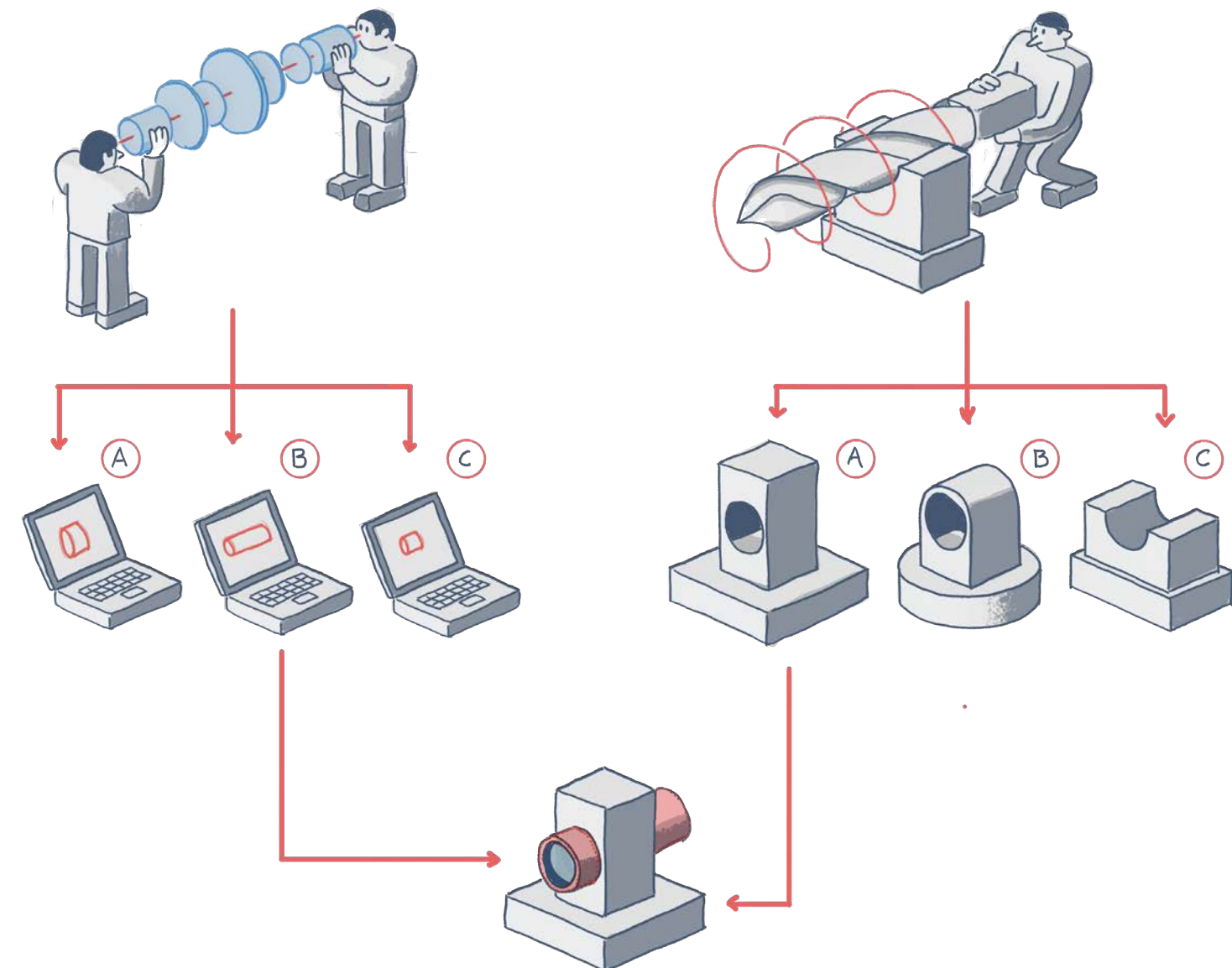
Även om arbetet med att utveckla och genomföra ett satellitarbete följer en tydlig arbetsprocess är det många okända faktorer som spelar in. Det okända måste försöka förstås och förutses för att hanteras och ta hänsyn till i bygget. Det gäller att kunna navigera inte bara i rymden, utan också på okänd mark här på jorden.

Den tilltänkta satelliten ges form i datorn. Dessa tidiga **visualiseringar** – som ska komma att bli alltmer detaljerade längre fram i processen och så småningom materialiseras i prototyper – är centrala i att skapa gemensam förståelse bland de inblandade parterna. Ronnie tar som exempel en 3D-bild som kan rotera. Bilden gör att man kan se hur olika delar på instrumentet är placerade i relation till varandra och i olika vinklar. För Mats var det viktigt att kunna se, eftersom en del av instrumentet täcker solpanelen på plattformen i en viss vinkel. Det skulle vara en direkt omöjlighet att beskriva allt som rör instrumentet och plattformen i ord. En bild kan på så sätt säga mer än tusen ord.

I slutet av designfasen handlar det om att gå in i och analysera varje liten del av den tilltänkta satelliten. Det handlar om att utreda vilka komponenter som ska ingå och hur olika delar passar med varandra. I detta skede blir prototyperna mer dominanta och viktiga för genomförandet. Det ska också säkerställas att instrumenten kan kopplas på plattformen. I arbetet med Mats var det viktigt att detta arbete skedde i nära dialog mellan utvecklaren och forskarna.

Det instrument som har utvecklats för Mats använder ett teleskop bestående av tre specialformade speglar för att kunna göra observationer i mesosfären och termosfären. Bilderna som ska fångas in med Mats bygger på CCD-sensorer med elektronik, och tillåter flexibel exponering och bildbehandling. Teleskopoptiken och de interna instrumentens upplägg är utformade på ett sätt som ska hindra att ett särskilt ströljus, från till exempel solen och städer på jorden, som man inte vill ha att ta sig in i instrumentet eftersom en mycket svag signal måste kunna detekteras. Konstruktionen är specialdesignad för att kunna utnyttja hela satellitens längd.

Satelliten som har utvecklats i datorn och i form av prototyper är nu snart redo att byggas. Den ofta rätt långa designfasen avslutas alltid med "Critical design review" (CDR). I den beskrivs detaljerat hur själva instrumentet och plattformen ska se ut, till exempel vilka kablar som ska gå in och ut, var och vad de ska heta. Dokumentationen från analysen ger Rymdstyrelsen och projektet i helhet ytterligare en chans att lyfta flaggan och säga stopp, det här kommer inte att fungera. Designen utvärderas återigen också av externa experter.



Visualisera, kommunicera, realisera

"Det är när vi handgripligen stått med instrumentet tillsammans som den bästa kunskapsöverföringen har skett och den bästa förståelsen har utvecklats." (Linda)

Forsknings satelliten Mats har utvecklats och byggts genom kommunikation. Mats mission, det vill säga syftet med satelliten och vad den ska åstadkomma, är det som har förenat alla inblandade parter och som har gett styrfart åt ett och samma håll. Men missionen – och hur Mats bäst utformas för att fylla det formulerade syftet – är långt ifrån givet på förhand. Det är i dialog, diskussion, analys och reflektion mellan aktörerna som Mats har tagit form, och en gemensam förståelse och bild av vad som ska byggas har etablerats.

För att inte utveckla olika tolkningar om missionen med Mats behöver därför tid och resurser läggas på att träffas över de professionella gränserna, att föra en nära dialog som tillåter att frågor och aspekter vänds och vrids på, och som tillåter alla typer av frågor och diskussioner. I fallet med Mats har en liten projektgrupp gjort det möjligt att hålla alla berörda uppdaterade och involverade. Betydelsen av att "alla känner alla" har inneburit att man har kunnat ha en relativt informell och nära dialog med varandra. Det har troligen också stärkt en gemensam ambition och drivkraft att få Mats att fungera.

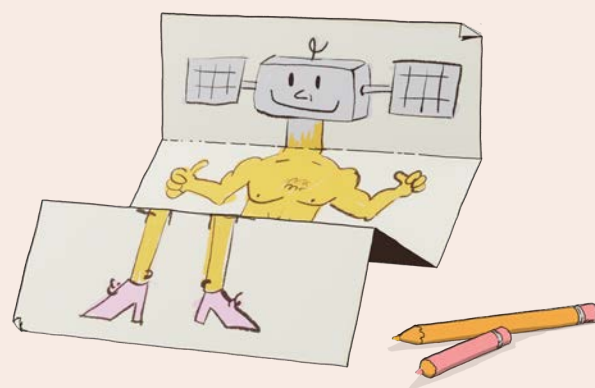
Trots att det kan finnas enighet om syfte och mål, och hur något ska se ut när det är klart, vet vi att människor kan ha målat upp olika bilder framför sig och att ord – trots att de kanske till och med är nedskrivna – kan betyda och tolkas på olika sätt. Att visualisera ritningar och utveckla prototyper är därför helt avgörande för ett rymdprojekt som Mats. För forskarna var det delvis en ny upplevelse, och något lyfts fram som något som kan läggas ännu mer tid på.

"Det blev mycket lättare att kommunicera när de här riktiga sakerna kom och vi hade en prototyp. Det är nog nånting som jag kommer bära med mig till andra projekt."

Och möjligen kan försöka få fram ännu mer än så. Jag kan tänka mig att man också kan sitta framför CAD-ritningen tillsammans med den personen som har gjort den och prata om vad man ser." (Linda)

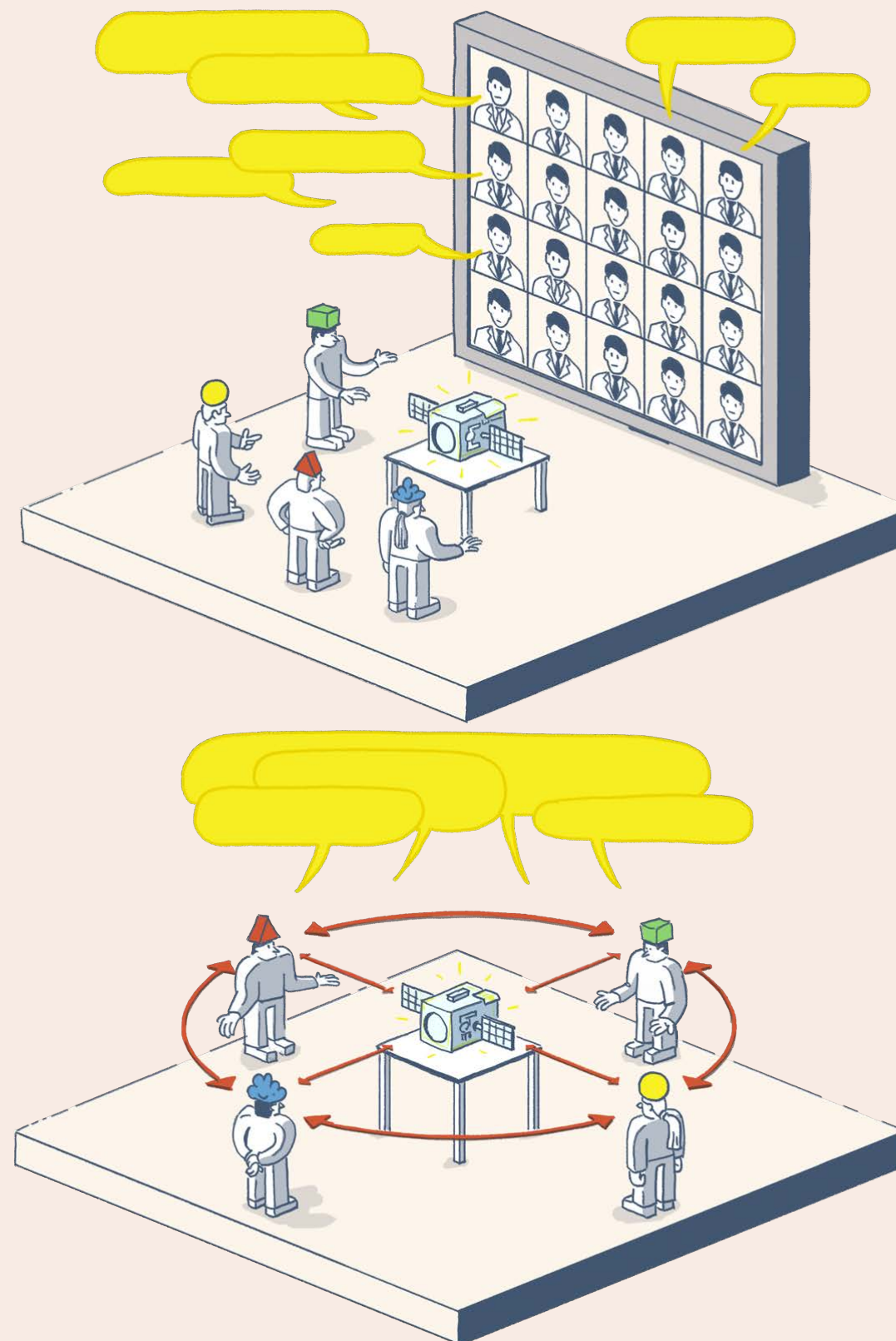
Linda förklarar också att hon tycker att det blev enklare att kommunicera när instrumentet hade börjat ta form och det faktiskt fanns något riktigt att samlas kring och diskutera utifrån.

"Det blev lättare att kommunicera när man hade gjort den praktiska uppgiften tillsammans." (Linda)

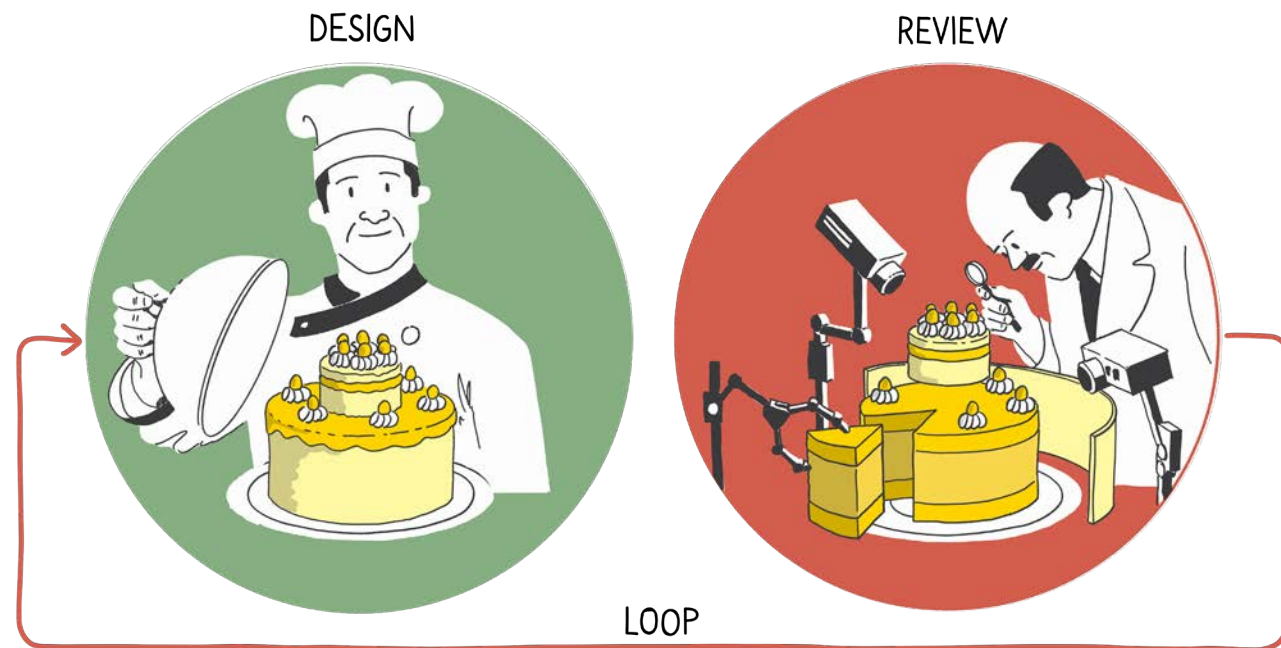


Att ta sig tid att utveckla fullständiga prototyper är därför en viktig del i att utveckla gemensam förståelse om satelliten och instrumentet som ska byggas. Den blir en del i att skapa en plattform för samarbete och förståelse över professionella gränser. Ronnie, från Rymdstyrelsen, uttrycker betydelsen av att visualisera något såhär:

"Att se komplexa skeenden i en bild är alltid bra. Exempelvis hade vi någon 3D-bild som vi kunde rotera och då är det bra för då kan man se att 'vänta nu här, buffen på instrumentet täcker det här i den här vinkeln solpanelen' eller vad det nu var. Så det är jättebra att visualisera, eller när du pratar banor. Det är helt nödvändigt för det här med tusen ord och en bild det stämmer ju. Så det är en nödvändighet och bara i den här filmen om Mats, jag menar, och försöka förklara det i ord på samma sätt det hade inte varit väldigt svårt." (Ronnie)



Bygg- och testfas: Mats blir till och görs flygfärdig

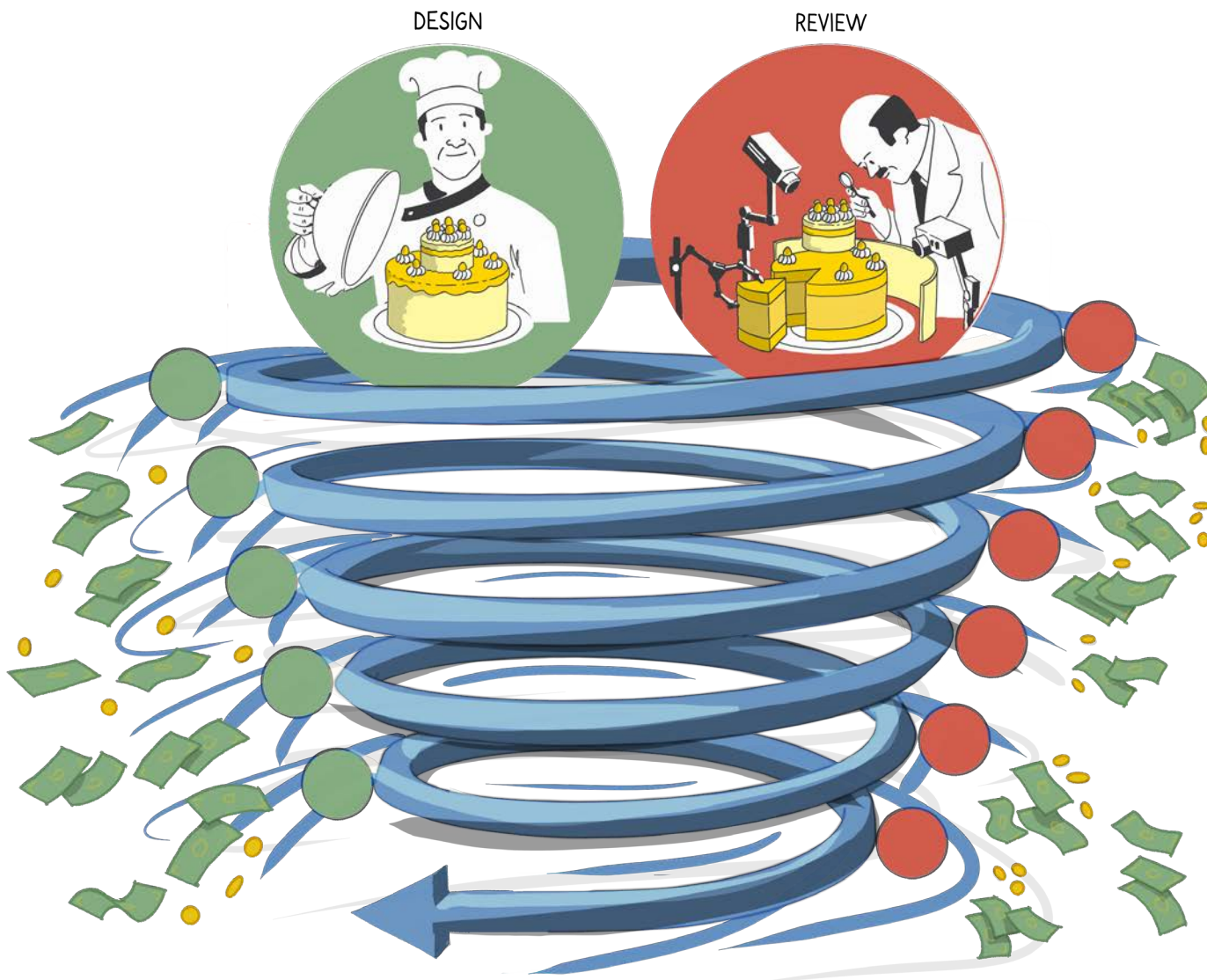


I slutet av designfasen genomförs en "Critical design review". Det kan ses som en process för att samlat granska satelliten – som fortfarande till stor del befinner sig i datorn – i syfte att lära och göra justeringar så att plattform och instrument blir kompatibla och satelliten fungerar.

I det här steget blir ritningar och prototyper till satellit. Det handlar både om plattformen och om instrumentet. Så småningom ska dessa två också fogas samman och skapa en enhet, bli själva satelliten. I fallet med Mats var detta långtifrån en enkel och snabb process. Två år in i projektet valde man att byta den preliminära designen på instrumentet, vilket innebar att man delvis behövde ändra konceptet. Under den här tiden stod valet mellan att forskarna skulle köpa in optik eller att – i samverkan med andra forskningsingenjörer och Omnisys – utveckla ett eget optikinstrument som skulle fungera i rymden.

Den här delen av processen kan beskrivas som en iterativ process mellan tillverkning och testning. Det avslutas med vad som beskrivs som en "Flight acceptance review" (FAR), en granskning för att bedöma om satelliten är redo för att sändas upp och användas för sitt ändamål. För Mats innebar det att OHB Sweden – som "prime contractor" – färdigställde bygget av själva plattformen, till vilken sedan Omnisys optikinstrument monterades. När väl instrumentet hade skruvats på plattformen utsattes Mats för bland annat skakningstest, för att säkerställa att satelliten och dess utrustning klarar uppsändningen och kraften av att cirkulera uppe i sin omloppsbana.



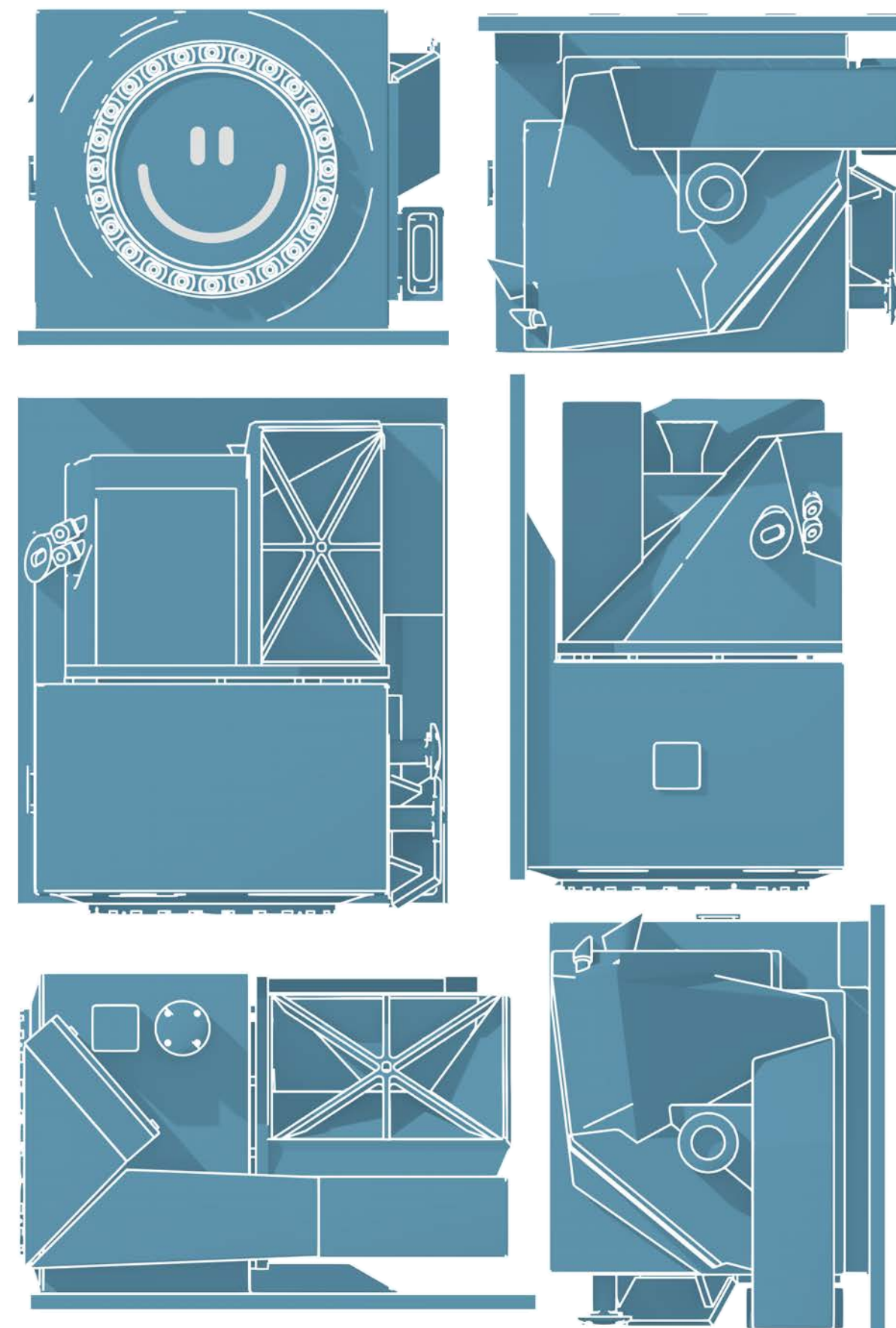
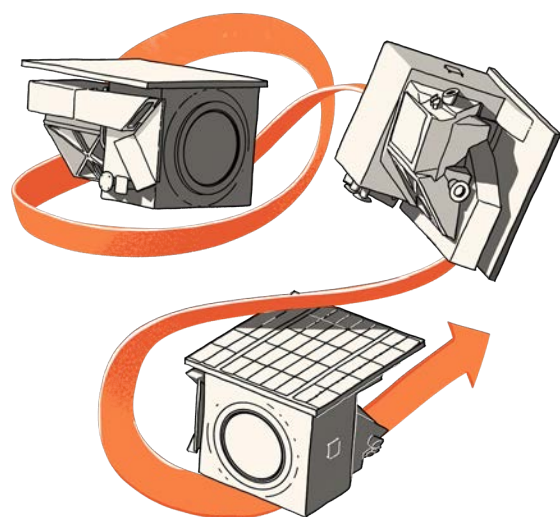


Större ESA och NASA-projekt präglas av omfattande dokumentation och rigida – stundtals byråkratiska – kontrollprocesser. Det är en process som tar tid och som kostar pengar. Paradoxalt nog kan dessa omfattande system ibland också motverka sitt eget syfte, det vill säga bättre arbetsprocesser mot funktionsdugliga satelliter. Kontroll- och granskningsarbete riskerar att bli ett mål i sig.

Den svenska kontexten genomsyras i stället i hög grad av samarbetsanda och tillit. Rymdstyrelsen har exempelvis inte krävt samma omfattande dokumentation som ett ESA eller NASA projekt ställer krav på, vilket har frigjort utrymme och resurser för att faktiskt fokusera på bygget av Mats. Att gemensamt lösa de problem och utmaningar som har kantat vägen mot färdig satellit. Det betyder samtidigt att en del av den kunskap som Mats genererat i hög grad är knuten till de individer som arbetat med projektet. För att kunna ta del av kunskapen och de medverkande aktörernas utvecklade kunnande handlar det om att skapa förutsättningar för hur olika personer ska kunna arbeta tillsammans och lära av varandra. Från Rymdstyrelsens perspektiv handlar det om ett medvetet risktagande för att kunna finansiera ett antal mindre satellitprojekt så att både fler forskare och fler utvecklingsingenjörer får möjligheter att utveckla inte bara sitt eget utan också Sveriges samlade kunnande.

Det sista arbetet med att genomföra ett satellitprojekt handlar om att förbereda inför uppsändningen av satelliten. När satelliten är på plats och man har testat och kopplat upp alla system genomförs fler granskningar, bland annat "Flight Readiness Review" (FRR). Får den klartecken blinkar den grönt.

I det här steget ingår även vad som kallas för "Launch and Early Operations Phase" (LEOP). Det innefattar hela uppsändningen – från de första timmarna och dagarna när satelliten kopplas loss från bärraketen för att anlända i sin rätta bana, system i instrumentet slås på, och undersöker om data skickas tillbaka såsom planerat. Den allra första tiden som satelliten befinner sig i sin omloppsbana löper projektet också vidare för att säkerställa att instrumentet fungerar som det ska.

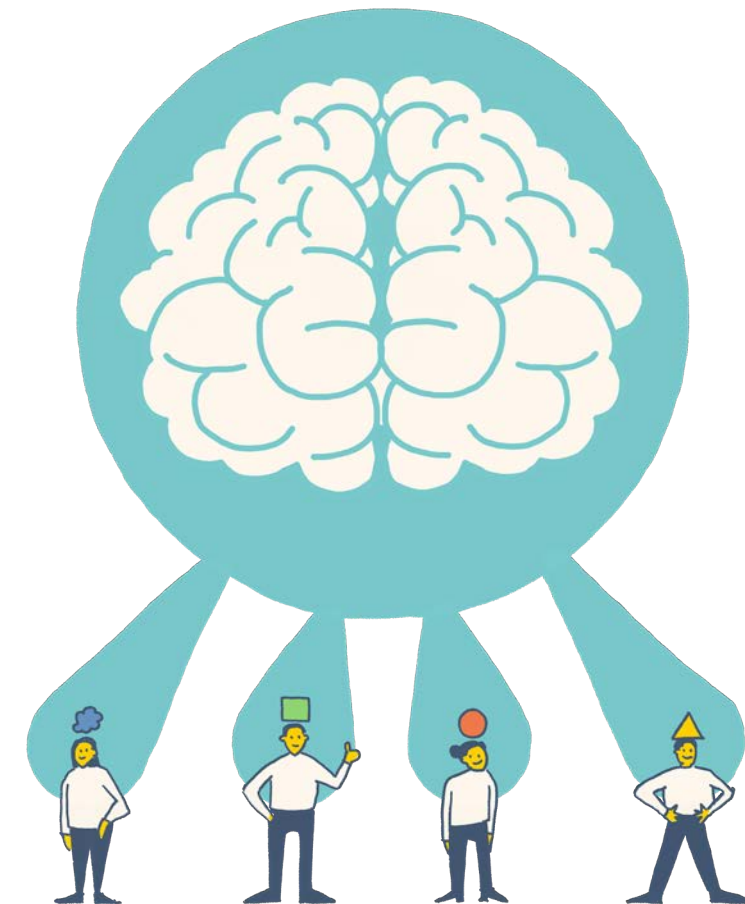


FAS 4. Mats sänds upp och arbetet fortsätter i nya banor



Processen och arbetet med Mats avslutas i samband med att satelliten sänds upp. Men samtidigt går arbetet vidare – in i nya och parallella processer. Mats kommer att leverera data dels till forskarna vid MISU, Stockholms universitet, dels ge värdefull återkoppling om hur tekniken och bygget fungerar till OHB Sweden och Omnisys. För Rymdstyrelsen och OHB Sweden går Mats vidare in i programprocessen, och skapar förutsättningar för och möjlighet att föda in lärdomar till nästkommande satellitprojekt. I ett större perspektiv föder dessa lärdomar in i Rymdstyrelsens uppdrag att utveckla svensk rymdforskning och säkerställa att Sverige har relevant rymdinfrastruktur för framtidens forskning och teknikutveckling. Lärdomarna föder också myndighetens uppdrag att hjälpa svensk industri att gå från att vara beroende av svenska projekt till att stå på egna ben och vara konkurrenskraftiga i den internationella rymdbranschen.

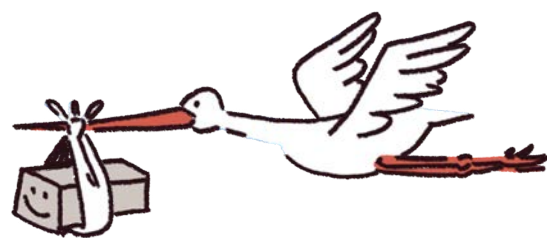
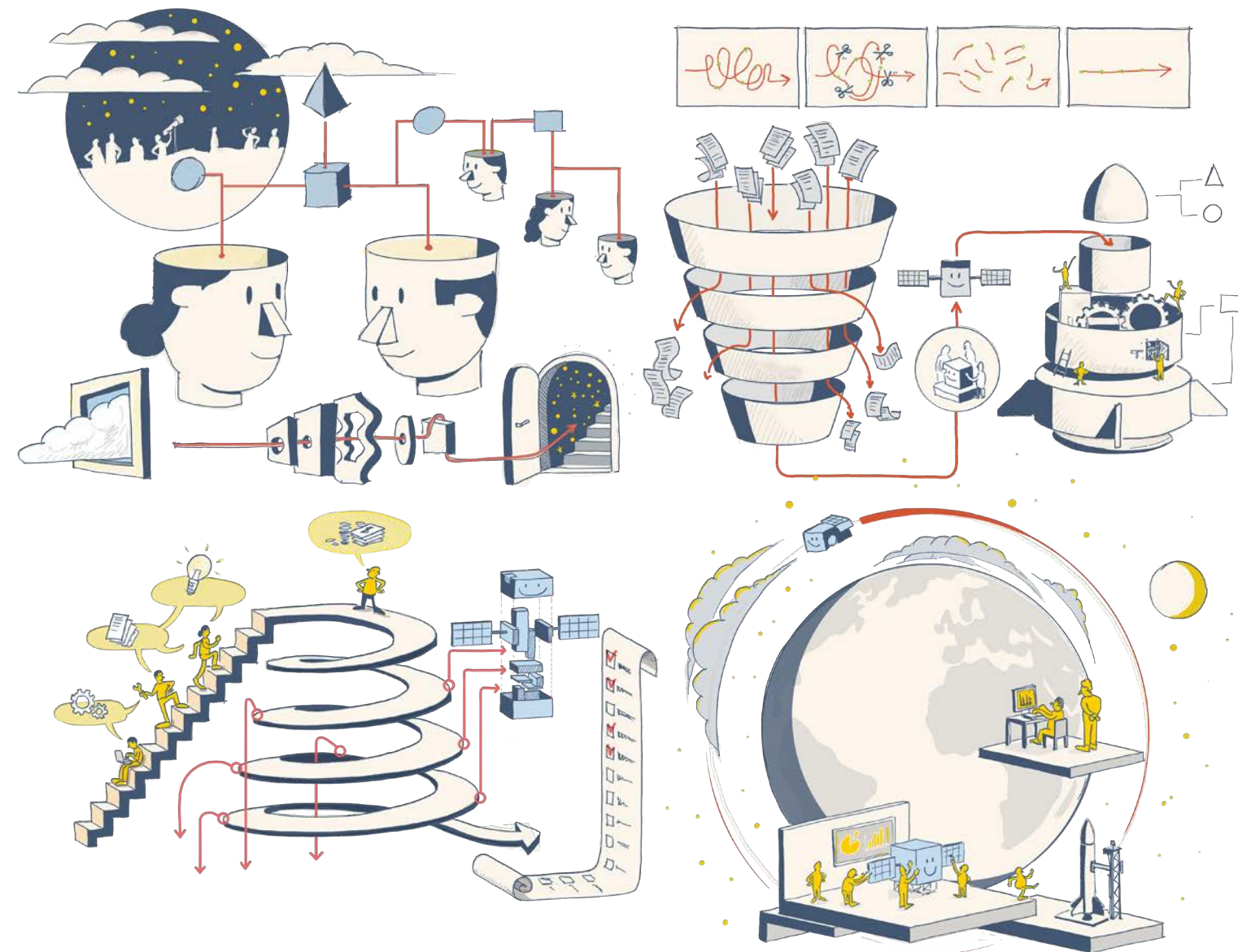
Mats ska sändas upp från en rysk raketbas, Vostochny, ombord på en Soyuz-raket. Mats kommer att ligga i omloppsbana runt jorden på 600 km höjd. Huvudinstrumentet på Mats kallas limb-instrumentet. Det består av flera speglar som alltså fokuserar och delar upp det svaga skenet från mesosfären i olika våglängder. Den data som Mats samlar in under sin resa runt jorden kommer sedan att sättas ihop till en 3D-modell av mesosfären, där vågor och strukturer kan studeras i detalj.



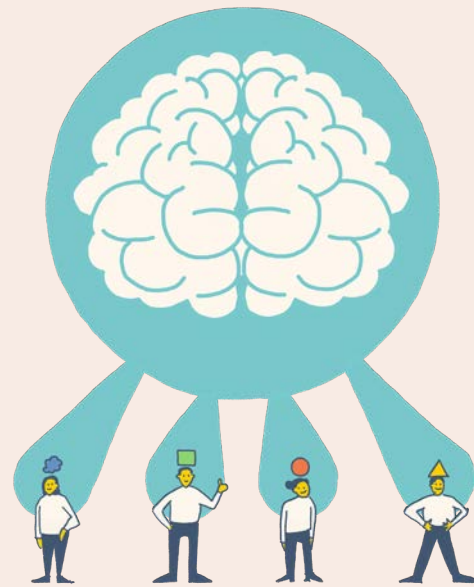
Satelliten kommer att skicka data till forskarna från sin omlopps bana, samtidigt som OHB Sweden tar del av data om satellitens funktion och verkningsområde. För forskarna innebär det naturligtvis att man kan uppnå syftet med forskningsprojektet, men också att deras forskning skapar möjligheter för internationella samarbeten och genomslag. För OHB Sweden innebär det, vid sidan om andra civila/privata satellitprojekt som bygger på samma teknik och plattformsidé, lärdomar för fortsatt utveckling och förbättring av plattformen. För Rymdstyrelsen och IFS-programmet innebär dessa samlade lärdomar möjligheter att utveckla ännu mer kostnadseffektiva satellitprojekt, och finansiera fler forskningsprojekt i syfte att stärka Sverige som rymdnation.

Programiden innebär inte bara att projekt avlöser varandra i nära takt, utan projekt kan också löpa parallellt med varandra. Ambitionen är att pågående utvecklingsprocesser kan föda in i varandra. Samtidigt som arbetet med Mats pågår arbetade även OHB Sweden med en annan satellit som bygger på samma teknik som Mats. Genom att uppsändningen av Mats kom att bli försenad har man därför kunnat dra lärdomar från GMS T, som sköts upp i januari 2021. Även om satelliterna skiljer sig åt både i utseende och avsedda funktioner bygger de på samma egenskaper, vilket har möjliggjort en snabb designlösning: GMS T, och även den kommande "Arctic Weather Satellite", bygger alltså på den plattformsteknik som man har utvecklat för Mats. Kunskapsutbytet mellan arbetet av Mats och GMS T beskrivs som avgörande för projekten, där ett mervärde genererats för både Rymdstyrelsen och OHB Swedens kommersiella projekt.

Trots att Mats blev dyrare än den ursprungliga visionen, blev projektet betydligt billigare i jämförelse med produktionskostnaden för Sveriges senaste satelliter – Prisma och Odin. Kostnaden för Mats slutade på 150 miljoner kronor, inklusive utveckling, plattform, instrument, uppsändning samt estimerade kostnader för drift/underhåll för två år. Till skillnad från tidigare satelliter skapar programiden med Mats förutsättningar för att inte bara återanvända den innovativa plattformen till framtida instrument, utan också att lärdomar från projektet ska föda in i dessa kommande, mindre satelliter. Programiden ger därför både ökad kostnadseffektivitet och förbättrar möjligheterna till ett kontinuerligt **lärande** nära knutet till praktiken. Kompetens och erfarenheter kan tas vidare i programmet genom att delvis samma verksamheter, och till och med samma personer, blir involverade i nästa satellitprojekt. Samtidigt som Mats flyger ut, påbörjar arbetet med att landa idéerna och drömmarna med nästkommande satellit!



Lärande och kunskapsförsörjning



”Just den där mänskliga förståelsen mellan folk, den tror jag kommer bättre när man sitter och jobbar tillsammans.” (Linda)

“Great teams consist of individuals who have learned to trust each other. Over time they have discovered each others’ strengths and weaknesses, enabling them to play as a coordinated whole.’ Ingen är perfekt, det finns absolut inte en person som kan lösa alla dessa problem själv. Det är så i rymd och säkert andra branscher. Men det kräver att alla har en respekt för varandras expertis.” (Nils)

Lärande handlar om att göra. Kunnandet – ibland synonymt med ordet kompetens – är det som utvecklas genom att lära, och kan bäst beskrivas som förmågan och viljan att använda kunskapen i praktiken.

En viktig utgångspunkt för arbetet med Mats och förklaring till att idéerna och teorierna har kunnat omsättas till praktik är en gemensam vilja att lära sig av varandra under projektets gång – att tillsammans utveckla den kunskap som krävs för att Mats ska fungera. Lärande är något som ofta lyfts fram och betonas, i alla möjliga sammanhang, men som i sig är svårt att omsätta i praktik. Ofta handlar det om brist på tid, ibland om ovilja att dela med sig av sin kunskap, men det kan också handla om en okunskap om hur lärandet kan organiseras bättre. Kanske ses ibland också lärandet som något som ska komma och ske av sig självt. Inom forskningen talas om betydelsen av att lära i praktiken och förmågan att utveckla det individuella lärandet till ett organisatoriskt lärande. Sett utifrån ett samhällsperspektiv är det också viktigt att ny kunskap och enskilda organisationers lärande når ut till andra intressenter och till allmänheten. Därigenom säkerställs också samhällets långsiktiga kunskapsförsörjning.

Att lära genom att göra

I projektet med Mats sker lärandet genom det dagliga arbetet med att utveckla, bygga och testa forskningssatelliten. I teorier om lärande förstås lärandet som inbäddat i handling. Det går inte att skilja kunnandet från den praktik där kunskapen tillämpas och utvecklas. Ett sådant synsätt antar också ofta ett pragmatiskt perspektiv och själva lärandet kan beskrivas som nära kopplat till de arbetsuppgifter man har. I fallet med Mats kan det förstås som det dagliga samarbete som de olika aktörerna har haft, genom exempelvis dialoger, visualiseringar och tester.

”När vi har jobbat tillsammans verkligen handgripligt, och stått med instrumentet tillsammans, då känner jag att den bästa kunskapsöverföringen sker och den bästa förståelsen utvecklas. Sen kan man ju också bygga på det när man då diskuterar i möten och sånt senare för då utvecklar man också ganska bra förståelse för hur människorna funkar, tycker jag. Det behövs också ett mycket ett stort förtroende för varandra.” (Linda)

“But generally, most of what you’re doing on a car I mean the technology exists and you just change something. It’s much more about mass production and finance and marketing and especially in space industry pretty much every time you do a space craft, at least a research space craft it’s new. It’s almost completely new. I mean the physics and the engineering principles behind what you’re doing are known. The first time Mats has been built and it’s the only time Mats will get built. So, the idea of doing things faster cheaper is extremely hard to manage because you never did it before.” (Jordan)

Genom att medvetandegöra att det mesta lärandet sker kontinuerligt i och genom det dagliga arbetet kan något av mystiken kring vad som krävs för att utveckla ett kunnande skingras. Det behöver med andra ord inte vara komplicerat eller svårt. Men ett kontinuerligt lärande kräver tid för reflektion kring sin egen och andras roll. Och här spelar organisationsstruktur och kultur viktiga roller. En tydlig struktur för hur lärdomar kan dokumenteras frigör tid till att lära i praktiken.

”Det är en fin känsla när man har fått ihop en design, ett tänk, en lösning på papper och det ser fint ut. Vi får ner det på papper och det är en ingång, ett seed, till nästa steg. Men blir det en hundra procentig lösning till nästa problem, nja kanske inte, men det beskriver tankeprocessen och metoden i alla fall. Man måste ha någon sorts minimum för att få ner saker och ting. Men samtidigt så måste man skapa en kultur där personer kan tolka det på sitt eget sätt och jobba vidare med det. Och inte inta ett passivt tänkande, och tänka 'ja vad bra, jag bara följer instruktionen och gör det här och så får jag min paycheck och så åker jag hem klockan fem på fredag.’” (Nils)

Från individuellt till organisatoriskt lärande

Ett rymdprojekt, som Mats, bygger nästan alltid på ny teknik och måste förhålla sig till oförutsedda händelser. Idén med IFS-programmet är att kunna återanvända en del av den teknik som har utvecklats för Mats, och lära av de satellitprojekt som är inplanerade. För det krävs en medvetenhet om hur olika individers lärande kan bidra till inte bara de olika involverade organisationernas lärande, utan också den temporära projektorganisationen. För Rymdstyrelsen handlar det övergripande om att kunna säkerställa att lärdomar från varje enskilt satellitprojekt tas vidare in i kommande projekt i IFS-programmet.

”Det är en unwritten expectation från Rymdstyrelsen att vi inte ska blåsa massa pengar för att uppfinna hjulet varje gång. Att det fångas upp någonstans. För annars, ja visst, byter man ut mig och projektteamet så kommer det nya teamet att hitta någon annan lösning och spendera två år till på non-recurrent engineering. Då frisläppes mer tid och pengar att lösa specifika nya problem och framför allt spendera mer tid på payloaden och forskningen.” (Nils)

I teorier om lärande finns olika synsätt för hur organisationer kan säkerställa att det sker ett lärande och att lärdomar görs och tas tillvara. Ett sätt att förstå hur lärande sker i en organisation är att skilja mellan enkel-loop, dubbel-loop och deuterio-loop lärande, där det första sättet handlar om att en individ reflekterar och reagerar när något har blivit fel och ändrar på sina rutiner. Det andra sättet innebär att medarbetare reflekterar tillsammans över olika rutiner och hur dessa kan förbättras för att öka lärandet och bli mer effektiv. Det tredje sättet handlar om att medarbetare lär sig om själva lärprocessen för att bli bättre på dubbellooplärande – något som blir viktigt för att lärandet inte ska tas för givet. Inte minst handlar det om att undvika att fastna i rutiner som har blivit så etablerade att de ses som självklara.

För att kunna lära sig är det viktigt att kunna ställa rätt frågor, men ännu viktigare är det att man vågar fråga och reflektera över om det finns andra sätt att göra något på – som till exempel att utveckla en ny satellit. Ronnie beskriver det som:

“Du ska kunna så mycket att du ska kunna ställa rätt frågor när någonting ser konstigt ut i olika sammanhang inom olika ämnen. Ju dummare man kan ställa frågorna desto bättre, höll jag på att säga. Man ska alltid fråga och se till att man själv förstår, för ofta kan det vara att folk inte heller förstår men de frågar inte utan de är tysta, men sen när man börjar fråga då kommer det fram saker och ting.” (Ronnie)

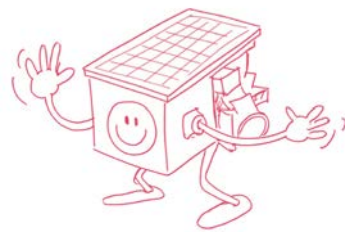
Det som ytterst avgör är om det finns en lärandekultur – en kultur som bygger på tillit och motivation. En lärandekultur där medarbetare både vill, kan, och ges möjlighet att dela med sig av sina kunskaper och sitt kunnande till andra bidrar till organisationens framgång och är i sig en viktig motivationsfaktor. Det nyfiket prövande premieras eftersom det skapar möjligheter för lärande och kunskapsutveckling. En framgångsfaktor för Mats är individernas nyfikenhet och prövande, men också engagemang och förtroende för varandra. Det gemensamma målet – missionen – har varit den samlande kraften i projektet.

”Det gäller att man har ett stort förtroende till ingenjörerna, industrin och forskarna. Man jobbar tajt tillsammans och löser problemet.” (Nils)

Från organisatoriskt lärande till samhällets kunskapsförsörjning

Det bakomliggande målet med att utveckla Mats och andra mindre och mer kostnadseffektiva satelliter är att fler forskare och rymdföretag i Sverige ska få chans att nyttja och lära av dessa och därmed utveckla ny kunskap – om livet i atmosfären, om ny rymdteknik och i förlängningen kunna ge svar på samhällets frågor och utmaningar. Genom att erbjuda möjligheter för lärande i ett antal satellitprojekt banar Rymdstyrelsen väg inte bara för individuellt och organisatoriskt lärande – för de individer och organisationer som deltar – utan också för samhällets samlade kunskap.

Genom att uppmuntra till utvecklandet av nya innovativa satellitprojekt säger också Rymdstyrelsen ja till nya arbetsmetoder, enligt det som beskrivs som New Space. På så sätt skapas också över tid en atmosfär – en lärandekultur – för idéer om hur olika kunskaper och kunnande kan kombineras och komplettera varandra i utvecklandet av framtida lösningar.



Om kommunikationsprojektet: Att berätta om Mats

Berättelsen om Mats har skrivits och tecknats av The Research Comic Group, som består av forskarna Maria Grafström och Anna Jonsson samt serieskaparen Axel Brechensbauer.

Utifrån vår utvecklade metod¹ om att låta seriekonst och vetenskap mötas har ambitionen varit att synliggöra och förklara processerna bakom, och komplexiteten i, satellitprojektet Mats. Det är en process som kännetecknas av att flera aktörer samverkar, samtidigt som de har olika uppdrag och roller, och kan komma och gå i processen över tid. Vi har beskrivit arbetet bakom Mats och illustrerat att det i verkligheten inte är en linjär process med sekventiella faser utan att intressen, förutsättningar och krav förändras och formuleras över tid och att de inblandade aktörerna behöver hantera och kanske anpassa sig efter hur processen utvecklas.

Till grund för denna berättelse ligger dels Rymdstyrelsens dokumentation om Mats, dels intervjuer med några av de involverade aktörerna. Intervjuer har gjorts med Ronnie Lindberg vid Rymdstyrelsen, Linda Megner vid MISU, Jordan Rouse vid Omnisys samt Nils Pokrupa och Fredrik Sjöberg vid OHB Sweden. Arbetet har genomförts i nära samarbete med Johan Marcopoulos och Jonas Appelberg vid Rymdstyrelsen.

Malmö och Stockholm i oktober 2021

Axel Brechensbauer, Maria Grafström och Anna Jonsson

¹ Jonsson, A. & Grafström, M. (2021) 'Rethinking science communication: reflections on what happens when science meets comic art'. *Journal of Science Communication*, 20 (02), Y01.

