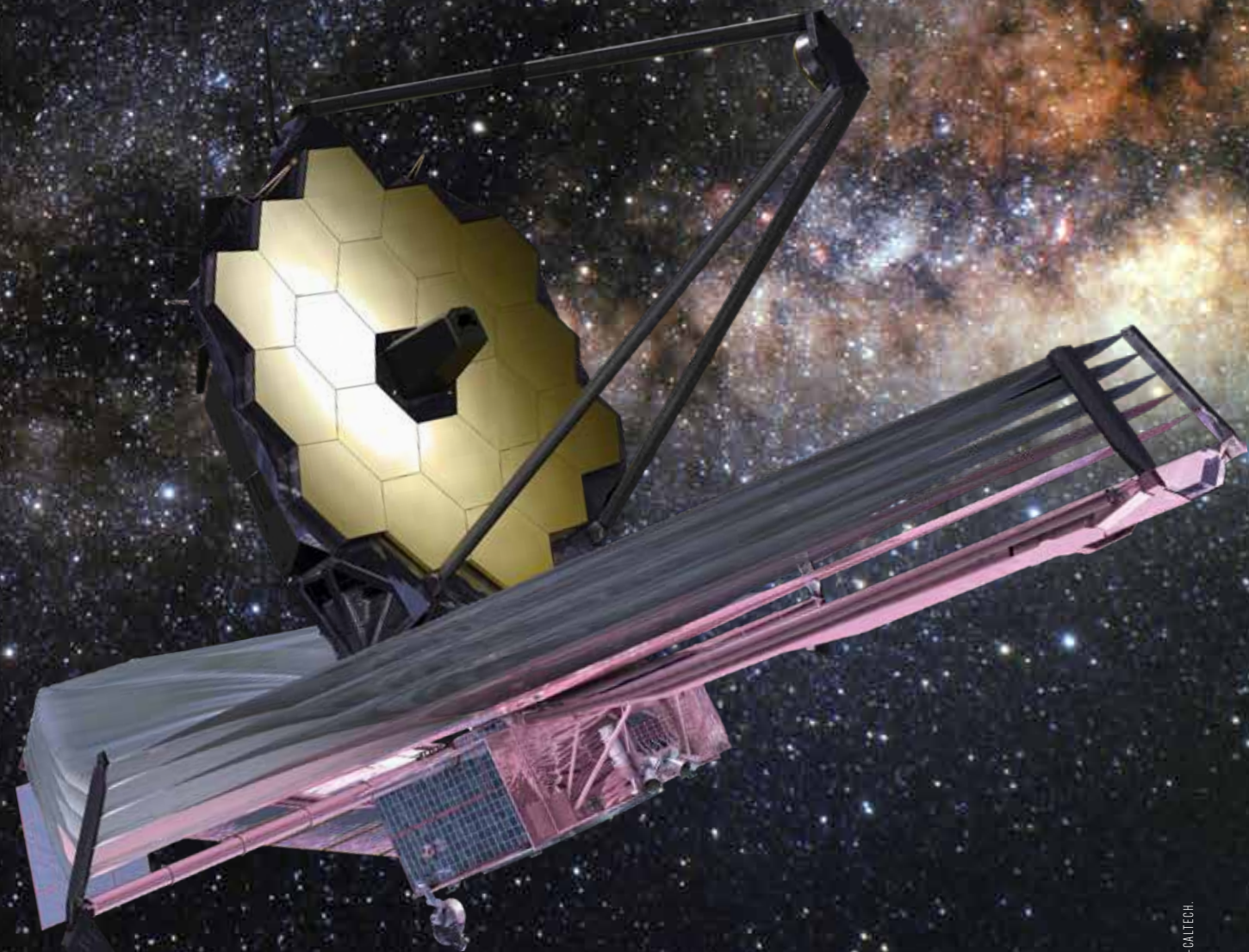


# Dags för uppskjutning

## James Webb-teleskopet närmar sig start

Det ska avslöja hemligheterna som döljs bakom universums stoftmoln, upptäcka universums allra första galaxer och visa oss hur planetsystem föds. Nu är det äntligen dags för rymdteleskopet James Webb att skjutas upp i rymden, och med sig har det instrument som Sverige varit med och utvecklat.

av Katja Lindblom



Under 1990-talet eftersträvade Nasa att bygga och producera bättre rymdsonder på snabbare sätt och till billigare pris, och ett resultat av detta tänkande blev Next Generation Space Telescope, med vilket avsikten var att det så småningom skulle komma att ersätta Hubbleteleskopet. Det var detta teleskop som 2002 bytte namn till James Webb Space Telescope (JWST eller Webbteleskopet).

Den tänkta budgeten för Webbteleskopet, som idag är ett samarbete mellan Nasa, Esa och den kanaden-

siska rymdagenturen CSA, låg från början på 500 miljoner amerikanska dollar. Genom åren har projektet präglats av förseningar och överskridit sin ursprungliga budget flertalet gånger. År 2005 bestämde man sig dessutom för att göra om teleskopets själva design, vilket ledde till att det initiala uppskjutningsdatumet 2007 blev framflyttat. År 2016 stod JWST äntligen färdigt, varpå den långa testfasen kunde inledas. Enligt nya planer skulle uppskjutningen till slut ske under 2018, men efter att teleskopets solsköld skadades under ett test

sköts uppskjutningsdatumet upp ännu en gång. I juni samma år beslöt Nasa, som konsekvens av en rekommendation från en oberoende granskningsnämnd, att senarelägga det hela ytterligare och nytt datum sattes till den 31 oktober 2021. På grund av problem med bärraketen Ariane 5 tvingades man dock att fördröja uppskjutningen igen. I skrivande stund är tidigaste uppskjutningsdatum 22 december 2021. Förväntningarna på James Webb-teleskopet är nu skyhöga, inte bara på att uppskjutningen till sist verkligen kommer att bli av, utan i än

högre utsträckning på att teleskopet efter att ha varit under konstruktion i 30 år kommer att kunna leverera i enlighet med vad det byggdes för.

### Från jorden till L<sub>2</sub>

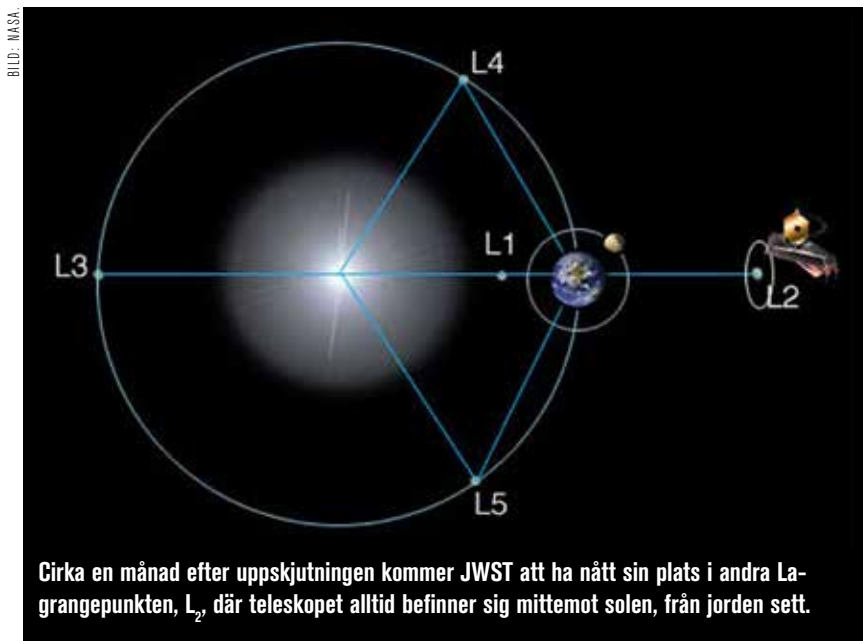
Primärspiegeln på 6,5 meter i diameter utgörs i själva verket av 18 hexagonala guldpläterade berylliumspeglar. Anledningen till att det inte snarare rör sig om en enda stor spegel är att det i sådana fall hade blivit för stort för att skjutas upp med någon idag existe-

rande bärraket. Istället kommer de 18 speglarna att fällas ut till att bilda en, efter uppskjutningen.

När teleskopet väl har lämnat jorden kommer det att färdas drygt 1,5 miljoner kilometer ut till närheten av den andra av de fem Lagrange-punkterna (L<sub>2</sub>), där solens och jordens sammanlagda gravitation kommer att hjälpa teleskopet att färdas ett varv kring solen på samma tid som det tar för jorden att avverka samma sträcka, nämligen ett år. JWST och solen kommer hela tiden att befinna sig på motsatta sidor av jorden. Väl

på plats kommer det, efter sin drygt månadslånga resa, att kunna påbörja sitt uppdrag som går ut på att söka efter ljuset från de första stjärnorna och galaxerna som bildades efter Big Bang, studera hur galaxer bildas och utvecklas, utforska stjärn- och planetbildning samt studera planetsystem i syfte att komma livets ursprung närmare på spåret.

Trots att JWST är försett med speglar kommer dess primära fokus att ligga på observationer inom den infraröda delen av det elektromagnetiska spektrumet. För att kunna



Cirka en månad efter uppskjutningen kommer JWST att ha nått sin plats i andra Lagrangepunkten, L<sub>2</sub>, där teleskopet alltid befinner sig mittemot solen, från jorden sett.

utföra sådana observationer måste teleskopets temperatur hållas under -223 °C, då teleskopets egna infraröda strålning i annat fall skulle överbelasta dess instrument. Därför ska en stor solsköld användas för att blockera ljus och värmestrålning från solen, jorden och månen. JWST:s position vid L<sub>2</sub> innebär att de tre himlakropparna konstant kommer att finnas på en och samma sida av teleskopet, vilket gör att solskölden kan sitta fastmonterad på en sida snarare än att behöva rotera med teleskopets rörelser.

Solskölden består av fem lager som vart och ett har samma tjocklek som ett hårstrå. Polyamidmembranen är bestyckade med aluminium på båda sidor, och de två yttersta lagren, som kommer att exponeras för solens hetta, är dessutom förstärkta med silikon för att kunna reflektera tillbaka solvärmens ut i rymden igen. Membranen är mycket sköra, och det var på grund av repor som uppstod i dem under testet 2018 som man blev tvungen att senarelägga det då aktuella uppskjutningsdatumet.

**Specialiserade instrument**

James Webb Space Telescope är utrustat med fyra olika instrument som kommer att utföra olika typer av mätningar.

NIRCam (Near InfraRed Camera) är en bildkamera som täcker det elektromagnetiska spektrumet från gränsen till det synliga ljuset till det

nära infraröda (0,6–5 mikrometer). Dessutom utgör den teleskopets vägsensor som kommer att få de 18 speglarna att fungera som en.

NIRSpec (Near InfraRed Spectrograph) skall utföra spektroskopi över samma våglängder som NIRCam. Eftersom många av objekten som JWST kommer att studera är så avlägsna och ljussvaga att teleskopets speglar skulle behöva observera dem i hundratals timmar för att samla ihop tillräckligt med ljus för att bilda ett spektrum behövs lite hjälp på traven. NIRSpec är utvecklat för att kunna observera 100 objekt på samma gång, och den är det första spektroskopet som har en sådan kapacitet.

FGS/NIRISS (Fine Guidance Sensor and Near Infrared Imager and Slitless Spectrograph) består av två delar. FGS är en "sökare" som hjälper JWST att rikta in sig med hög precision så att högkvalitativa fotografier kan tas, och NIRISS kommer att användas för att söka efter universums första stjärnor och galaxer, samt exoplaneter. NIRISS skall även användas för att fastställa exoplaneternas egenskaper och utföra spektroskopi vid planeternas stjärnpasser för att utläsa atmosfärernas sammansättning.

**INSTRUMENTEN OMBORD PÅ JWST**

**NIRCam (Near InfraRed Camera):** Kamera som täcker ljusområdet mellan synligt och infrarött ljus.

**NIRSpec (Near InfraRed Spectrograph):** Spektrometer som delar upp det nära infraröda ljuset i olika våglängder, och därmed kan urskilja de unika "fingeravtrycken" från olika atomer och molekyler i ljuset

**FGS/NIRISS (Fine Guidance Sensor and Near Infrared Imager and Slitless Spectrograph):**

Två instrument i det nära infraröda våglängdsområdet. FGS är en sökare som låter JWST rikta in sig på objekt med hög precision. NIRISS ger bilder där varje pixel blir ett lågupplöst spektrum – inte så bra för detaljanalyser, men mycket användbart för att hitta intressanta objekt.

**MIRI (Mid Infra-Red Instrument):** Kamera och spektrometer som detekterar ljus i mitten av det infraröda våglängdsområdet. Även denna spektrometer kan ge spektrum för individuella bildpixlar.



MIRI (Mid-InfraRed Instrument) har både en kamera och en spektrometer som ser ljuset i mitten av det långvågiga infraröda området av det elektromagnetiska spektrumet (5–28 mikrometer). Dess känsliga detektorer kommer att möjliggöra observationer av rödförskjutningen hos avlägsna galaxer, nybildade stjärnor och ljussvaga kometer såväl som småplaneter i kuiperbältet. Förhoppningen är att MIRI skall kunna ta fotografier av samma höga kvalitet som Hubbleteleskopet. Tanken är dock inte längre att JWST skall ersätta Hubble, utan det sistnämnda skall få fortsätta vara i drift så länge som det är funktionellt.

Både NIRCam och MIRI är försedda med koronagrafer som skall blockera stjärnljus vid observationer av svårupptäckta objekt som exempel-



Nasas ingenjörer testar MIRI:s värmesköldar.

vis exoplaneter och insamlingskivor nära ljusstarka stjärnor.

**Sveriges bidrag till Webbteleskopet**

MIRI är resultatet av ett internationellt samarbete mellan tio olika länder. Kanske är det inte så många som känner till Sveriges inblandning, men Kay Justtanont, docent och astronom vid Chalmers, var en av de tio projektledarna som drev arbetet framåt under de tidigare stadierna och hon berättar om Sveriges bidrag till MIRI:

– Sverige har försett MIRI med infraröda filter till dess kamera, samt dikroik till spektrometern, det vill säga stråldelare som används till att separera ljus för att få fram spektrum hos olika objekt. Vi har även bidragit med filter till teleskopets kalibreringskälla som används för att kontrollera MIRI:s tillstånd, och

mitt arbete involverade att kontakta företagen som tillverkade filtren och säkerställa att slutprodukten motsvarade våra vetenskapliga krav.

MIRI är ett unikt instrument och Kay Justtanont förklarare vidare varför:

– Den är en kombination av två funktioner; en kamera och en spektrometer. Om man separerar dessa två har både kameror och spektrometrar länge använts på jorden, men MIRI kommer att vara aktiv i rymden, där vi inte kommer att behöva oroa oss för atmosfäriska störningar, och det gör det hela mer stabilt än markbaserade instrument. Kombinerat med det faktum att JWST:s primärspiegel är på 6,5 meter gör MIRI till ett väldigt känsligt instrument. Ett 8-me-

terteleskop på jorden skulle behöva flera månader att uppnå samma flöde som MIRI kan klara av på bara några timmar!

**Belönas med observationstid**

När Kay Justtanont pratar om MIRI är det svårt att undgå hennes entusiasm, i synnerhet då hon själv kommer att få dra nytta av instrumentet i sin egen forskning.

– Som medlem av MIRI-konsortiet är en av belöningarna möjligheten till observationstid och att få använda instrumentet i vår forskning. Ett av projekten som jag är involverad i går ut på att studera en galax vars stjärnor har väldigt låg metalli-



Kay Justtanont

tet och se hur stjärnor bildas och utvecklas och hur material sedan återgår till sin omgivning. Genom att förstå det här kommer vi att kunna komma ett steg närmare förståelse om hur stjärnor och stoft bildades i ett ungt universum där merparten av all materia utgjordes av väte och helium och där väldigt lite metall bildades inuti stjärnorna, berättar hon.

Andra projekt som Kay Justtanont kommer att engagera sig i handlar om att studera hur stjärnor utvecklas genom att observera väldigt unga stjärnor som avger jetstrålar och hur de dör i slutet av sin livscykel. Hon tror att MIRI kommer att kunna hjälpa till med att finna svaret på ett flertal för astronomin viktiga frågor, inte bara att se ljuset hos de första galaxerna, utan även att faktiskt kunna få de första infraröda spektralmätningarna av en planet utanför vårt solsystem. Hennes egna personliga hopp och förväntningar angående MIRI och dess framtida operationer är att instrumentet skall kunna lära oss mer om stjärnornas utveckling.

– Eftersom vårt universum är ett slutet system återvinns allting. De tidigaste stjärnorna konverterade väte och helium till kol, syre och andra grundämnen som vi har idag, och när de dog återgick materia till rymden och blev tillgänglig för att bilda andra generationens stjärnor.

Hon refererar till det kosmiska kretsloppet i vilket de tyngsta grundämnena bildas i samband med en stjärnas död.

– Så snart som vi har tillräckligt med metall kan planeter bildas, och i slutändan även liv, säger Kay Justtanont.

#### Dags för uppskjutning

Den 22 december i år kommer Webbteleskopet (förhoppningsvis) att skjutas upp från Guiana Space Centre i Kourou som ligger i Franska Guyana. En Ariane 5-raket kommer att föra den ut ur jordatmosfären, varefter dess solsköld och speglar under en månads lång, mycket känslig process kommer att vecklas ut. En månad är också den tiden det



JWST på plats på Guiana Space Centre i Kourou, Franska Guyana. Här lyfts teleskopet upp till samma vertikala position som det kommer att ha ombord på Ariane 5-raketen som ska ta det upp i rymden.

FOTO: NASA/CHRIS GUNN

kommer att ta Webbteleskopet att nå sin slutdestination.

Väl på plats i omloppsbana kommer kalibreringstester och vetenskapliga tester att utföras och redan drygt ett halvår därefter kan vi räkna med att se rymdteleskopets första fotografier. Efter den sex månader långa driftsättningsfasen kommer Webbteleskopets femårsuppdrag officiellt att inledas.

Eftersom teleskopet behöver bränsle för att kunna bibehålla sin omloppsbana har dess livslängd en övre gräns, men teleskopet är byggt för att kunna bära bränsle tillräckligt för tio år, och förhoppningen är att det under den tiden skall kunna förse astronomerna med för forskningen banbrytande material. ★

#### NAMNKONTROVERS

**1990-tal:** Projektet Next Generation Space Telescope initieras.  
**2002:** Byter namn till James Webb Space Telescope, efter Nasaadministratören James Webb som hade en nyckelroll under Apolloprogrammet och etablerade forskning som en viktig del av Nasas verksamhet.  
**Mars 2021:** Ett upprop för namnbyte startas, då James Webb var administratör under en tid när homosexuella var utsatta för diskrimination och i vissa fall avskedades från Nasa på grund av sin läggning.  
**September 2021:** Nasa beslutar att behålla namnet, då deras utredning inte funnit någon direkt länk mellan James Webb och förföljelse av homosexuella.

## Vill du också veta mer?

Institutionen för astronomi vid Stockholms universitet ger under vårterminen 2022 två orienteringskurser på kvartsfart. Föreläsningarna genomförs under kvällstid. Under sommaren erbjuds en kurs på distans. Anmäl dig via [antagning.se](http://antagning.se). Sen anmälan för vårens kurser öppnar den 15 december. Anmälningssperioden för sommarterminens kurs: 18/2-15/3



Stockholms universitet

För att läsa dessa kurser behövs endast grundläggande behörighet för universitet och högskolor. Våra kurser ges i AlbaNova, Roslagstullsbacken 21, Stockholm om samhällssituationen tillåter. I annat fall ges föreläsningarna "on-line". Sommarkursen ges på distans, men tentamen genomförs på plats i AlbaNova.

För mer information se [www.astro.su.se](http://www.astro.su.se) eller kontakta vår studentexpedition [studieinfo@astro.su.se](mailto:studieinfo@astro.su.se). Anmälan görs via [www.antagning.se](http://www.antagning.se)

### Översikt kurs i astronomi, 7,5 hp

Kursstart: Vecka 3

Här får du en översikt av dagens astronomi. Under kursens gång berörs alla områden som ingår i modern astronomi, från vårt eget solsystem till universums storskaliga struktur. Vi tar upp det vetenskapliga arbetssättet, och tittar på instrument och observationsteknik. I kursen behandlas stjärnornas struktur och utveckling, Vintergatan och andra galaxer samt universums födelse och utveckling. På vägen gör vi uppehåll vid speciella objekt som pulsarer, kvasarer och svarta hål.

### Om planeter och liv i universum, 7,5 hp

Kursstart: Vecka 3

Under denna kurs möter du bl.a. dessa frågor: Hur ser planeterna och deras månar ut i vårt solsystem? Finns det primitivt liv på någon av dem? Är jorden den enda bebodda planeten i universum? Hur uppkom och utvecklades livet på jorden? Kan något liknande ha hänt på andra planeter ute bland Vintergatans miljarder solar? Kan intelligent liv i så fall ha utvecklats även där?

BILD: ESO



### Modern kosmologi, 7,5 hp, distans

Kursstart: juni 2022

Här tittar vi på vårt universum i helhet: vad finns det för stöd för Big Bangteorin och universums expansion? Vad är den kosmiska bakgrundsstrålningen? Kan vi säga något om universums framtid? Vi tittar också på begrepp som mörk materia och mörk energi, den kosmologiska avståndsskalan, galaxer samt berör sambandet mellan universums struktur och partikelfysik.