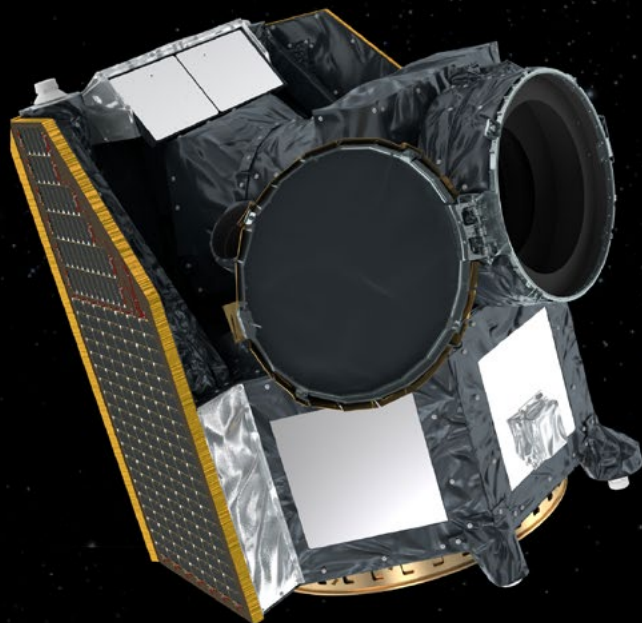


Lilla Cheops ska avslöja exoplaneternas hemligheter



av Alarik Haglund

Hur unikt är egentligen vårt solsystem? Nya rymdteleskopet Cheops kommer att botanisera bland galaxens exoplaneter.

Tack vare framgångsrika planetjägare som Nasas rymdteleskop Kepler vet vi idag att de flesta solliknande stjärnor precis som vår egen sol är omgivna av planeter. Dessa planeters storlek, massa och omloppsbana varierar kraftigt, men små planeter har till astronomernas förvåning visat sig vara vanligare än de trodde. Omkring hälften av alla solliknande stjärnor uppskattas ha åtminstone en planet med en storlek mellan jorden och Neptunus.

För att vi ska kunna lära oss mer om dessa spännande nya världar måste planetjägarnas upptäckter emellertid följas upp med ytterligare observationer. Det är här nya projekt som ESA:s rymdteleskop Cheops (Characterising Exoplanet Satellite) kommer in.

Större precision

Precis som Kepler och de flesta andra teleskop som används i jakten på så kallade exoplaneter, som befinner sig kring andra stjärnor än solen, kommer Cheops inte att kunna se själva planeterna direkt. Det som i själva verket

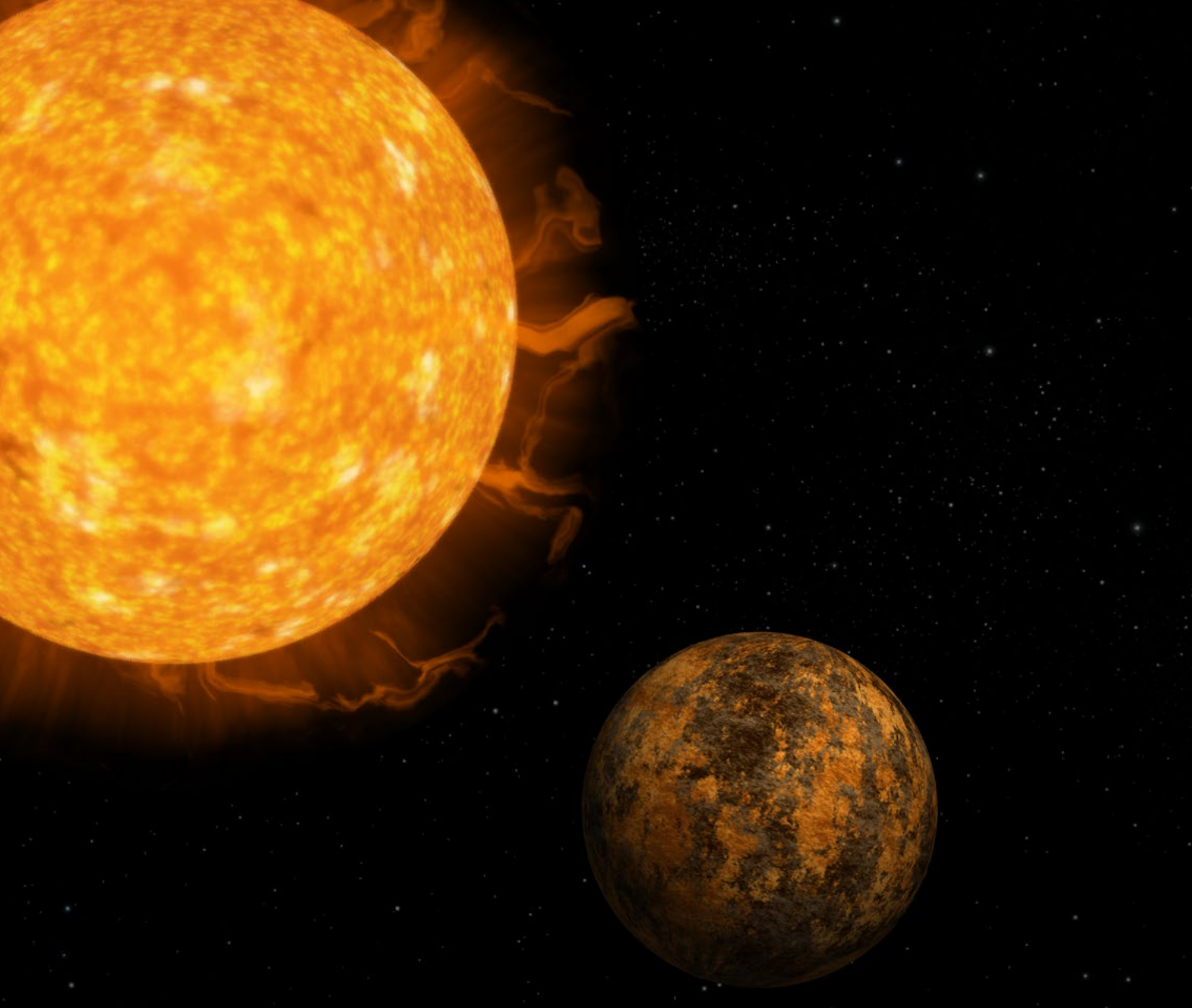
observeras är den svacka som uppstår i ljuset från en stjärna då en planet passerar framför stjärnan och blockerar en liten del av dess ljus.

Eftersom en stor planet blockerar en större del av stjärnans ljus än en liten planet kan djupet på den svacka som observeras användas för att bestämma storleken på en planet.

Till skillnad från andra liknande teleskop kommer Cheops inte i första hand att leta efter nya planeter. Istället ska rymdteleskopet fokusera på det växande antal planeter med en storlek mellan jorden och Neptunus som vi redan känner till kring andra stjärnor. Med hjälp av mycket noggranna och upprepade mätningar av en stjärna i taget kommer teleskopet på så vis att göra det möjligt för astronomerna att bestämma dessa planeters storlek med större precision.

Utvalda planeter

Cheops kommer också att låta astronomerna välja ut planeter kring ljusstarka stjärnor var som helst på himlen. Till skillnad från planeter kring mer ljussvaga stjärnor är det för dessa planeter möjligt att bestämma hur stor massa



Från sin omloppsbana kring jorden kommer Cheops att kunna göra mycket noggranna mätningar av storleken hos redan kända exoplaneter när de passerar framför sin stjärna. Dessa mätningar kan avslöja vad planeterna består av.

de har, genom att med hjälp av markbaserade så kallade radialhastighetsmätningar studera hur deras gravitation påverkar stjärnans rörelse.

När de kombinerar informationen från Cheops om en planets storlek med planetens massa kommer astronomerna att kunna uppskatta planetens genomsnittliga densitet. Detta ger dem i sin tur viktiga ledtrådar till planetens sammansättning och struktur. Till exempel kan det ge svar på om det rör sig om en stenplanet eller en gasplanet.

Dessutom kommer Cheops också att kunna avgöra om en planet har en betydande atmosfär. För vissa planeter kommer det till och med att vara möjligt för Cheops att använda det stjärnljus som reflekteras av planeten för att avslöja detaljer om atmosfären.

Framtida teleskop

Cheops kategorisering av kända exoplaneter, varav många inte har någon motsvarighet i vårt eget solsystem, kommer att hjälpa astronomerna att bättre förstå hur små planeter bildas och utvecklas.

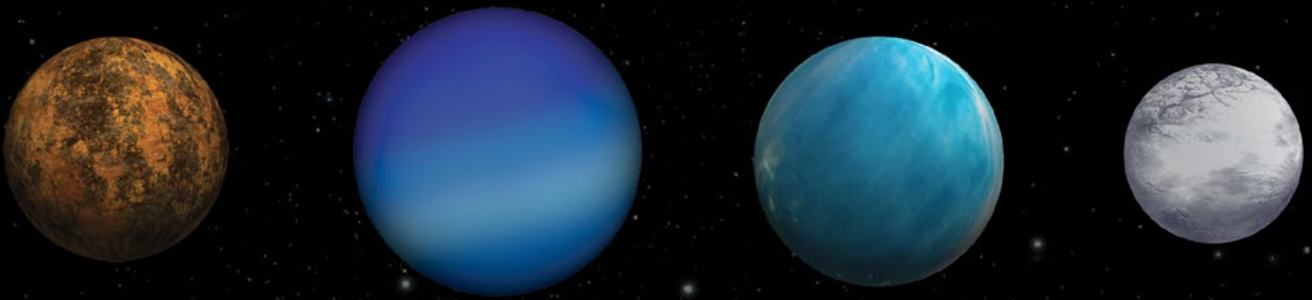
Samtidigt kommer Cheops att kunna identifiera de mest lovande planeterna för att studeras i ännu större detalj av framtida teleskop.

Till exempel kommer James Webb-teleskopet då det skjuts upp 2021 att kunna leta efter vatten och metan på exoplaneter, vilket är viktiga ämnen i sökandet efter tecken på beboelighet.

ESA planerar dessutom att följa upp Cheops med ytterligare två projekt med fokus på exoplaneter. Rymdteleskopet Plato (Planetary Transits and Oscillations of stars) är en nästa generations planetjägare, som framförallt ska hitta och studera jordliknande planeter i den beboeliga zonen kring stjärnor som solen, och rymdteleskopet Ariel (Atmospheric Remote-Sensing Infrared Exoplanet Large-survey) ska ta karakteriseringen av exoplaneter till nästa nivå genom detaljstudier av deras atmosfärer med en infraröd spektrometer.

Uppskjutningsdatum bestämt

Efter att ha genomgått en serie avslutande tester vid Airbus anläggning i Madrid, som visar att rymdteleskopet är klart



Cheops kommer i första hand att fokusera på planeter som befinner sig kring närbelägna ljusstarka stjärnor och ligger mellan jorden och Neptunus i storlek, som till exempel så kallade superjordar och mini-neptuner. Målet är att kunna skilja på stenplaneter, gasplaneter, vattenvärldar och istäckta planeter (från vänster till höger).

BILD: G. BUCHER - BERNER FACHHOCHSCHULE



Cheops pryds med två plakater fyllda med över 2700 miniatyriserade teckningar av planeter och andra kosmiska motiv ritade av barn.

för avfärd, kommer Cheops så småningom att transporteras till den europeiska uppskjutningsplatsen i Kourou i Franska Guyana. Därifrån kommer Cheops att få lift upp i omloppsbana runt jorden med en annan satellit ombord på en Soyuz-raket. Uppskjutningen förväntas ske någon gång mellan den 15 oktober och den 14 november 2019.

– Det har krävts mer än fem års arbete för att nå så här långt, och vi har hållit oss inom budgeten och följer tidsschemat helt, så vi är extremt nöjda att se att satelliten äntligen är redo att flyga, säger Cheops projektledare Nicola Rando från ESA.

Sverige bidrar

Cheops är ett samarbete mellan ett flertal av ESA:s medlemsländer, däribland Sverige, och tre svenska forskargrupper vid Chalmers, Lunds universitet och Stockholms universitet deltar i projektet.

– Sveriges främsta bidrag har varit mjukvara som simulerar dataflödet från satelliten, vilket används i utveckling och testning. Sverige är även representerat i den vetenskapliga ledningen, som definierar vilka vetenskapsprogram man vill prioritera, säger Alexis Brandeker från Stockholms universitet, som är medlem i Cheops science team och en av de tre forskare från Stockholms universitet som medverkar i

arbetet med Cheops, tillsammans med Göran Olofsson, som är medlem i Cheops styrelse, och H-G Florén, som arbetar med utvecklandet av mjukvara till Cheops.

Före uppskjutningen

Forskargruppen från Lunds universitet består av Melvyn Davies och Alexander Mustill, som är medlem respektive associerad medlem i Cheops science team. Alexander Mustill berättar att de för tillfället, innan uppskjutningen, arbetar som en del av Cheopskonsortiet för att konstruera listan på målstjärnor och planeter som Cheops ska observera. Detta utgör också en stor del av arbetet vid Chalmers, där forskargruppen består av Malcolm Fridlund, som är ESA:s representant i Cheops science team, Carina Persson, som är associerad medlem i teamet, och doktoranden Iskra Georgieva.

– Vi är särskilt intresserade av att välja mål som kommer att ge information om hur en planets massa och radie hänger ihop. Att mäta en massa och en radie betyder att vi kan mäta planetens densitet och därmed avgöra om en planet är stenig som jorden eller Venus, isig eller vattnig som Europa och andra månar i det yttre solsystemet eller har en tjock väteatmosfär som Uranus och Neptunus, förklarar Alexander Mustill.



Carina Persson

FOTO: CHALMERS/M. HALLING

Till exempel påpekar han att astronomerna under de senaste åren hittat många så kallade superjordar, som ligger mellan jorden och gasplaneterna Uranus och Neptunus i storlek.

– Superjordar finns inte i vårt solsystem, men är mycket vanliga runt andra stjärnor. Att förstå deras sammansättning berättar därför för oss om några av de mest talrika planeterna i galaxen, säger Alexander Mustill.

Efter uppskjutningen

Efter uppskjutningen talar Alexander Mustill om att de kommer att använda den information som Cheops ger dem om de planetsystem som observeras för att förstå hur dessa system bildades och hur de sedan förändrats under sin livstid på tusentals miljoner år.

– Till exempel kommer vi med hjälp av informationen om planeternas sammansättning som Cheops ger oss att kunna avgöra om planeterna bildades i de omloppsbanor där vi hittat dem eller om de bildades i omloppsbanor som ligger längre bort från stjärnan och sedan migrerade till sina nuvarande omloppsbanor. Det beror på att en planet tros bildas med ett större innehåll av is om den bildas längre bort från stjärnan, där temperaturen är kallare, förklarar Alexander Mustill.

En på tusentals

Medan de i Lund jobbar mycket med teoretisk modellering berättar Carina Persson att de på Chalmers fokuserar på att hitta nya planeter i data från Keplers uppföljningsuppdrag K2 och Nasas nya exoplanetsatellit TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite), som sköts upp förra året, och sedan göra uppföljande radialhastighetsmätningar och direkta observationer för att slutligen kunna analysera alla data tillsammans.

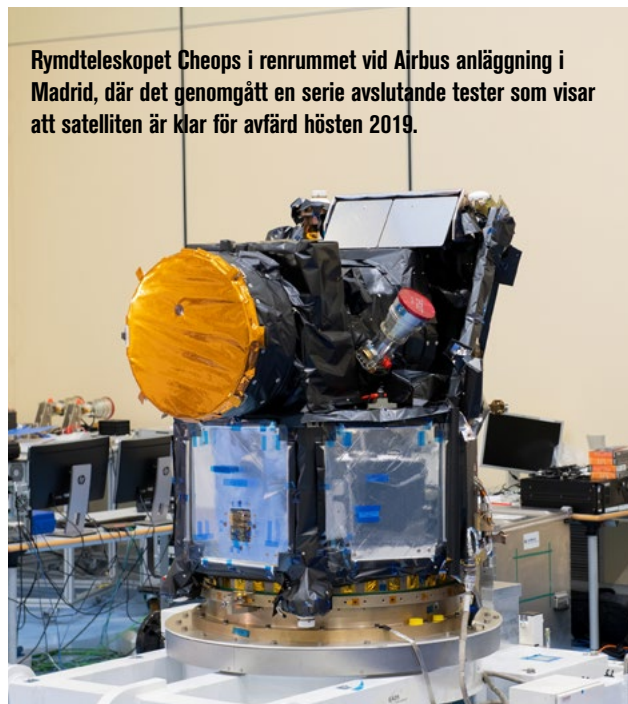
– Andra forskare, till exempel i Lund, använder sedan våra resultat i sina teoretiska modeller för planetbildning och migration, säger Carina Persson.

Bland annat talar hon om att de lägger mycket tid på att utveckla och testa algoritmer som vaskar fram signalerna från planeter som passerar framför sin stjärna i data från K2 och TESS och att dessa algoritmer även kommer att användas, i modifierad form, till Cheops.

– Även om alla stjärnor skulle ha planeter är sannolikheten att man hittar en planet som passerar framför sin stjärna ofta mycket mindre än en procent, så för varje planet man hittar har man kanske tittat på tusentals stjärnor, förklarar Carina Persson.

Hon beskriver också att de jobbar med det internationella teamet KESPRINT, som består av mer än 40 forskare från framförallt Europa, USA och Japan, för att följa upp med radialhastighetsmätningar för de planeter som hittats och bestämma deras massa.

– Vi gör redan nu studier med data från K2 och TESS kopplat med radialhastighetsmätningar och kommer att fortsätta med Cheops och Plato, säger Carina Persson.



Rymdteleskopet Cheops i renrummet vid Airbus anläggning i Madrid, där det genomgått en serie avslutande tester som visar att satelliten är klar för avfärd hösten 2019.

FOTO: ESA - S. CORVAJA

Behöver inte vänta

En stor del av arbetet med Cheops består enligt Carina Persson just nu av att gå igenom vilka objekt som ska observeras.

– Om man vet att en stjärna är ljusstark och har minst en planet som passerar framför stjärnan en viss dag vid en viss tidpunkt kan man rikta teleskopet mot den stjärnan just när man vet eller tror att passagen kommer att ske och man behöver inte sitta och vänta, säger Carina Persson, men tillägger att det ställer oerhört höga krav på schemaläggning.

Trots att man hittat närmare 4000 exoplaneter talar Carina Persson också om att det idag bara finns ett tiotal små planeter där både radien och massan är väl bestämda och man kan få fram den genomsnittliga densiteten för planeten, vilket gör att man kan se om den består av gas, vatten, sten eller järn. Dessa planeter är superjordar, som enligt Carina Persson är väldigt intressanta eftersom de förmodligen är de bästa kandidaterna för beboeliga planeter.

– Eftersom skillnaderna mellan till exempel vatten, sten och järn är väldigt små måste man ha små osäkerheter och det är det som är grejen med Cheops, säger Carina Persson.

Hon påpekar dessutom att det eftersom man får både planeternas storlek och massa relativt stjärnan även är viktigt att bestämma stjärnans radie och massa väldigt noggrant.

– Om vi har stora fel i stjärnans radie och massa spelar det ingen roll hur noggranna mätningar vi har, vi får ändå inte fram en bra absolut radie och massa för planeten. På Chalmers ägnar vi därför också en hel del tid åt att modellera stjärnor, förklarar Carina Persson. ★

ALARIK HAGLUND är filosofie magister i fysik med inriktning mot astronomi och frilansande vetenskapsjournalist.