

Svenska instrument i rymden

Juice på väg mot Jupiter

I över tio år har forskare och instrumentutvecklare planerat för Esas storsatsning Juice, Jupiter Icy Moons Explorer, och nu står sonden äntligen redo för avfärd mot Jupiters isiga månar. Ombord finns två svenskledda instrumentpaket. Häng med när forskargrupperna själva berättar om instrumenten och vetenskapen bakom!



Instrumentet måste klara en stråldos som skulle döda en människa inom ett dygn.

Läs om Kirunas instrument
PEP på sidorna 14-17!



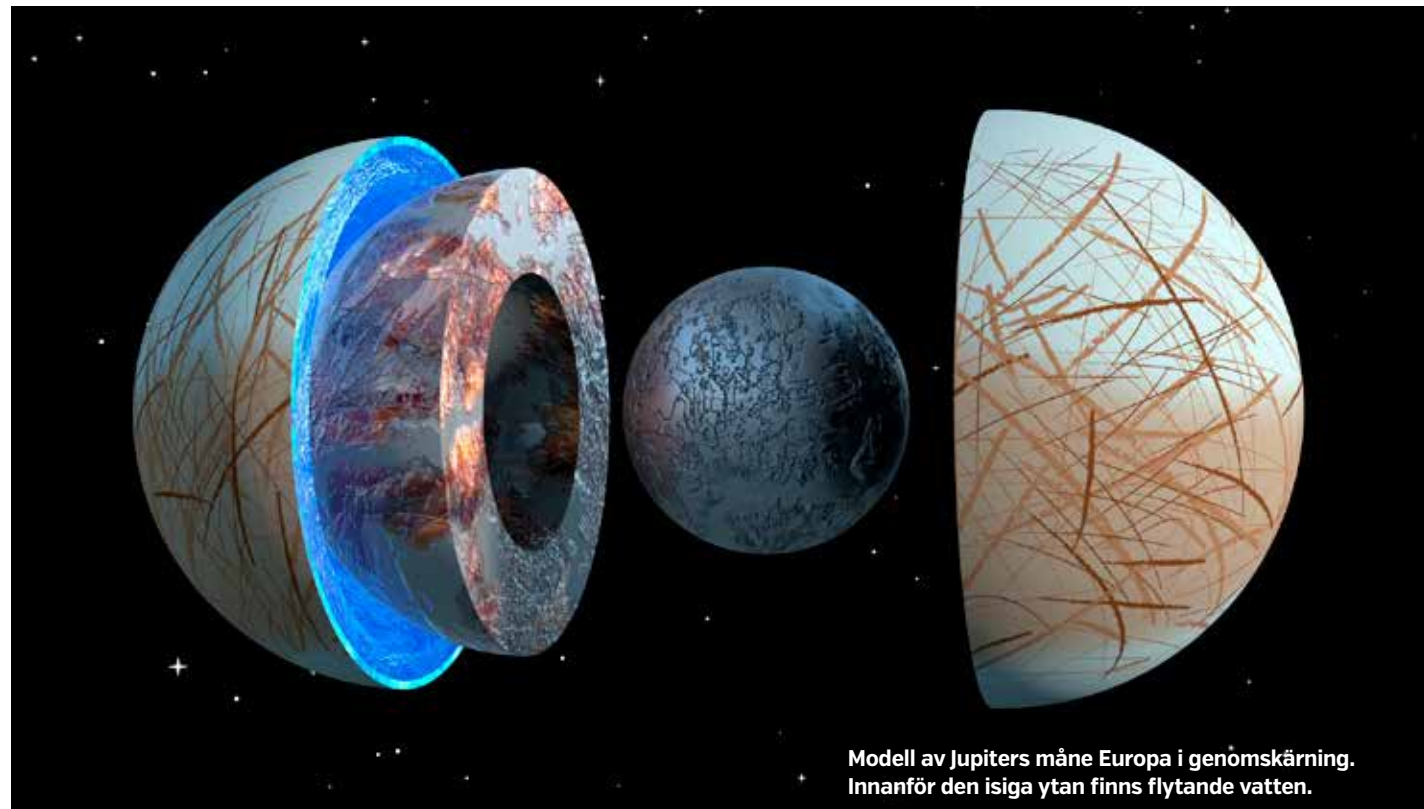
Kan månarnas oceaner
vara beboeliga?

Läs om Uppsalas instrument
RPWI på sidorna 10-12!



Uppsalas instrument ska undersöka Jupiters vattenvärldar

Vad finns under isens yta?



Modell av Jupiters måne Europa i genomsnitt. Innanför den isiga ytan finns flytande vatten.

Hur är miljön i oceanerna under isen på Jupiters månar? Kan de till och med vara beboeliga? Med IRF Uppsalas instrument ombord på Juice hoppas forskarna komma närmre svaren på dessa och många andra frågor.

AV JAN-ERIK WAHLUND

När jag för 15 år sedan började planera vilken typ av vetenskap, och med vilka mätmetoder, vi borde utföra kring de stora isiga månarna kring Jupiter, och med vilka inblandade institutioner och människor, så visste jag inte vilken intensiv systemresa detta egentligen skulle innebära. Jag kan tyvärr inte här berätta hela historien med motgångar, framgångar, långtidsplanering, tvära kast, beslutsångest, intensivt testande, problemlösning, dagliga möten med ingenjörer, forskare, projektledare och industrin, och med politiska komplikationer ända upp till ministernivå i vissa länder. Men jag kan som vetenskaplig ledare för ett av tio internationella instrumentkon-sortier på den europeiska rymdstyrelsens

flaggskepp Juice ge ett smakprov på den vetenskap och mätningar vi förväntar oss att utföra kring Jupiter någon gång om knappt åtta år. Då når denna rymdfarkost med vår instrumentering fram till månarna Callisto och Europa och framför allt solsystemets största måne Ganymedes. Det känns otroligt skönt att nästan vara i hamn nu när rymdfarkosten Juice snart står på startplattan för uppskjutning. Alla lampor lyser grönt även om det jobbas in i det sista!

På väg mot uppskjutning

Rymdfarkosten JUICE transporterades i början av februari med en Antonov-124 från Airbusindustrierna i Toulouse till raketbasen Kourou i Franska Guyana. Den

över sex ton tunga rymdfarkosten ska skjutas upp med en Ariane-5 raket i april. Ombord på Juice finns 10 olika instrumentpaket, där två är svenskledda. Institutet för Rymdfysik (IRF) i Uppsala leder arbetet med RPWI (Radio & Plasma Wave Investigation). Det andra svenskledda instrumentpaketet, PEP (Particle Environmental Package), kan du läsa mer om på sidorna 14-17.

Finns det liv i månarnas oceaner?

Den vetenskapliga målsättningen för hela Juice-uppdraget är att i detalj undersöka gasjätten Jupiter och dess omgivning som ett typexempel för exoplaneter kring andra stjärnor. Exoplaneter är svåra att

studera då de befinner sig oerhört långt borta, och oftast kan bara storlek, massa och bana kring deras stjärna bestämmas från teleskopobservationer. Men himlakropparna i vårt solsystem kan studeras i detalj på nära håll med rymdfarkoster som åker dit, och med andra mätmetoder. Sensorerna på Juice ska fokusera på de stora ismånarna, och väl där studera dessa månars innandömen, ytor, tunna atmosfärer och hur hela Jupitersystemet påverkar dem via deras rymdomgivningar.

Vi vill också ta reda på om liv överhuvudtaget kan överleva miljön i oceanerna under ytan på de stora isiga månarna Callisto, Europa och Ganymedes. Att upptäcka liv blir svårt, men vad Juice kan göra är att undersöka omgivningarna och möjligheterna till liv i dessa oceaner. Man

talar om beboelighet (*habitability* på engelska).

Oceaner, eller vatten i flytande form, har visat sig vara en av de stora upptäckterna från tidigare rymdfarkoster. Förutom Jupitermånarna verkar Saturnus månar Enceladus och Titan, samt kanske även Neptunusmånen Triton och dvärgplaneterna Pluto och Ceres alla ha gömda oceaner under sina frusna ytor. Kort sagt finns det mycket flytande vatten i yttre solsystemet – var och en av de isiga månarna till Jupiter har mer flytande vatten än det finns på Jorden.

Vattnet döljer sig under de frusna planetytorna, och att lära oss mer om dessa dolda oceaner är ett viktigt, och komplext, uppdrag för Juice. Finns det liv där? Vilka processer håller dessa ocea-

ner flytande? Vilka kemiska processer förkommer där? Hur påverkar rymdomgivningarna, med intensiv strålning, laddning och elektromagnetiska fält, förutsättningarna för liv? Hur rör sig oceanerna och vilket energiutbyte håller i gång det hela? För att hitta svaren på dessa frågor krävs en mängd olika typer av undersökningar och mätningar och det räcker inte med att undersöka en enskild måne, utan troligen inverkar hela Jupitersystemet på miljön under månarnas isar.

Tio sensorer i ett instrumentpaket

RPWI, instrumentet som IRF i Uppsala ansvarar för består av hela tio sensorer för att mäta olika typer av vågor: elektriska





Juice, testad och klar, innan avfärd mot Europas rymdhamn i Kourou i Franska Guyana.

och magnetiska vågor, samt radiovågor.

Fyra så kallade Langmuirsonder ska göra elektriska fältmätningar och mätningar av elektriskt laddad gas, en sökspole-magnetometer ska mäta magnetiska vågor och tre ortogonala dipolantenner ska göra radiomätningar. Till detta kommer förstärkare, kablar och mottagarelektronik. Allting skall tåla den stränga rymdmiljön kring Jupiter, så det är ingen vanlig elektronik som finns i prylar hemma.

Hur salta är haven?

De fyra Langmuirsonderna ska medverka till mätningar av hur Jupiters enorma magnetosfär rör sig på olika avstånd från

Jupiter, speciellt nära de stora isiga månarna. Denna rörelse inducerar elektriska strömmar kring månarna och skapar en störning nära dem som breder ut sig till Jupiter själv. Både de elektriska strömmarna och störningarna skall studeras av RPWI.

En speciell växelverkan sker med månen Ganymedes som har ett eget magnetfält och därmed en egen mindre magnetosfär. De elektriska störningarna breder också ut sig ner i isen och vidare ner i oceanerna under isytorna. Där skapas i sin tur elektriska strömmar i de salta och elektriskt ledande oceanerna. Oceanerna i sin tur rör på sig på grund av tidvattenkrafter från Jupiters starka gravitationsfält. Detta ger också elektromagnetiska stör-

ningar som sedan breder ut sig till omloppsbana där RPWI mäter dem. På så sätt hoppas vi kunna mäta hur oceanerna rör sig under ytan. Komplicerat, men mycket värdefullt att veta hur utbredda och salta haven är.

Norrskan på Jupiter

Sökspole-magnetometern skall mäta magnetiska variationer och tillsammans med motsvarande elektriska variationerna från Langmuirsonderna ge information om hur olika elektromagnetiska störningar ger energi till laddade partiklar. En viktig uppgift här är att mäta vågor i magnetfältet som kan transportera energi över mycket stora avstånd mellan Jupiters polområden och månarna.

I Jordens magnetosfär spelar sådana vågor en avgörande roll för acceleration av norrskenpartiklar. Detta bör även vara fallet här. Det är första gången någonsin som mätningar av sådana elektriska fält kommer att ske i Jupitersystemet. Det blir mycket spännande att se vilka nya upptäckter det kommer att ge.

Hur tjock is täcker haven?

Vår radiomottagare skall mäta radiovågor från Jupiter. Jupiter, eller rättare sagt dess magnetosfär, sänder mycket stark radiostrålning av varierande karaktär. Dessa skall studeras i detalj. RPWI ska försöka utnyttja dessa radiovågor för att bestämma tjockleken på månarnas isytor. Vi uppmäter både direkt strålning från Jupiter och den reflekterande strålningen från haven under ytorna. Fassettnaden ger istjockleken. Denna metod fungerar på jorden, men vi hoppas den kan fungera även nära Europa och Ganymedes.

Det finns många fler vetenskapliga mål för RPWI och ännu fler för de nio andra instrumentpaketen på Juice. Det tar cirka åtta år innan vi börjar få svaren och data från Juice kommer att sysselsätta mig och andra forskare många årtionden framöver. Nu är rymdfarkosten och dess instrument klara för uppskjutning. Den 14 april hoppas vi att den går upp som den ska. Håll tummarna, för nu startar en av de stora färderna för mänsklighetens expansion utåt. ★



JAN-ERIK WAHLUND är forskare vid IRF i Uppsala och projektledare för instrumentpaketet RPWI.

BILD: MARTIN ERIKSSON/IRF

Tidigare Jupiterbesök

AV KATJA LINDBLOM

FÖRBIFLYGNINGAR

■ Pioneer 10 och 11 (1973 och 1974)

I december 1973 blev Pioneer 10 först med att ta närbilder av Jupiter och dess Galileiska månar. Förutom att studera Jupiters atmosfär, upptäckte sonden planetens magnetfält och observerade dess strålningsbälten. Tolv månader senare följde Pioneer 11, vilken den 4 december 1974 befann sig så nära Jupiter som 34 000 kilometer ovanför dess yttersta gaslager. Pioneer 11 fotograferade den stora röda fläcken, blev först med att observera gasjättens polarregioner och fastställde månen Callistos massa. Informationen som Pioneer 10 och 11 samlade in hjälpte astronomer och ingenjörer att utveckla senare sonder och bättre anpassa dem efter de Jovianska omgivningarna.



■ Voyager 1 och 2 (1979)

Voyagersonderna anlände till Jupiter med drygt fyra månaders mellanrum, 5 mars och 9 juli 1979, och informationen de samlade in ledde bland annat till upptäckten av Jupiters stoftring och månarna Adrastea, Metis och Thebe. Sonderna tog även de första närbilderna av gasjättens atmosfär och fastställde att den stora röda fläcken i själva verket är en komplex orkan som roterar moturs. Det kanske viktigaste bidraget till forskningen som Voyagersonderna presenterade kom från studierna av de Galileiska månarna. Där hjälpte upptäckten av vulkanisk aktivitet på Io, plattetektonik på Ganymedes och talrika kratrar på Callisto till att öka förståelsen av dessa månars natur.

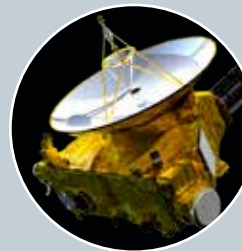


■ Cassini (2000)

På väg till Saturnus flög Cassini förbi Jupiter och tog några av de mest högupplösta fotografierna av planeten hittills. Ungefär 26 000 fotografier togs under den månadslånga förbiflygningen. Med hjälp av dem kunde man skapa ett globalt färgfotografi av solsystemets största planet. Cassini utförde även viktiga observationer av den atmosfäriska cirkulationen i Jupiters mörka molnbälten.



KRETSARE



■ New Horizons (2007)

New Horizons är känd som den första sonden som någonsin skickats ut med uppdraget att närmare studera Pluto, men faktum är att den på sin väg till det yttre solsystemet tillbringade flera månader i Jupitersystemet. Där observerade den flertalet av planetens månar, med fokus på de Galileiska. New Horizons utförde även mätningar av Jupiters lilla röda fläck, dess magnetosfär och tunna ringsystem innan den med hjälp av jätteplanetens gravitation for vidare mot Pluto.

■ Galileo (1995 – 2003)

Uppkallad efter den första personen som observerade Jupiter genom teleskop, blev Galileo den första sonden som skickades ut enbart med syfte att studera Jupitersystemet. Under sina sju år i omloppsbana runt Jupiter studerade den bland annat ammoniakmolnen i Jupiters atmosfär och los extensiva vulkanism. Galileo fann också bevis för tunna atmosfärlager runt de fyra största månarna och att Europa har flytande vatten under sin isiga yta, samt indikationer på att även Ganymedes och Callisto kan hysa flytande saltvatten under ytan. Den 21 september 2003 pensionerades Galileo genom att man lät den krasha in i Jupiter för att undvika kontamination av Europa.



■ Juno (2016-)

Juno trädde in i polär omloppsbana runt Jupiter den 5 juli 2016. Dess primära uppdrag är att studera gasjättens komposition, gravitationsfält, magnetfält och polära magnetosfär. Utöver detta letar den bland annat efter ledtrådar om hur Jupiter bildades och huruvida den har en fast kärna. Hittills har Juno gjort många upptäckter som bestrider tidigare teorier om hur Jupiter bildades. Djupgående studier av planetens atmosfär har resulterat i en teori om att Jupiters kärna är "luddig" snarare än fast. Junos uppdrag är planerat att fortgå till september 2025.



BILD: NASA

BILD: NASA

BILD: NASA

BILD: NASA/DON DAVIS

BILD: NASA/JPL/CALTECH

BILD: NASA/JPL