

NU SIKTAR VOYAGER MOT STJÄRNORNA

Voyager 1 och 2 har hunnit längre bort från jorden än något annat föremål som tillverkats av människor. Deras upptäckter på vägen har förändrat vår syn på solsystemet – och de har fortfarande inte gett upp.

Jag gillar att förklara dem som mormor och farmor inom planetära upptäcktsresor, säger Suzanne Dodd, projektledare för Voyager: The Interstellar Mission.

Hon pekar på Voyagermodellen som står på ena sidan av konferenslokalen på Jet Propulsion Laboratory (JPL) i Kalifornien. Det är en fullskalig kopia av Voyager och ser nästan ut som en tv-antenn. Två långa armar som sticker ut från en stor parabol.

– Voyager gjorde de första riktiga observationerna av de yttre planeterna, och nu utforskar de den interstellära rymden. De har visat vägen för nästa generation bland både forskare och rymdsonder, förklarar Suzanne Dodd.

I år är det 40 år sedan Voyager 1 och 2 lämnade jorden och sinsemellan har de undersökt alla de stora gasplaneterna i vårt solsystem, 48 av deras månar och till och med gränsen för vårt solsystem. Men att projektet skulle bli en av NASA:s största succéer var långt från självklart från start.

En unik chans

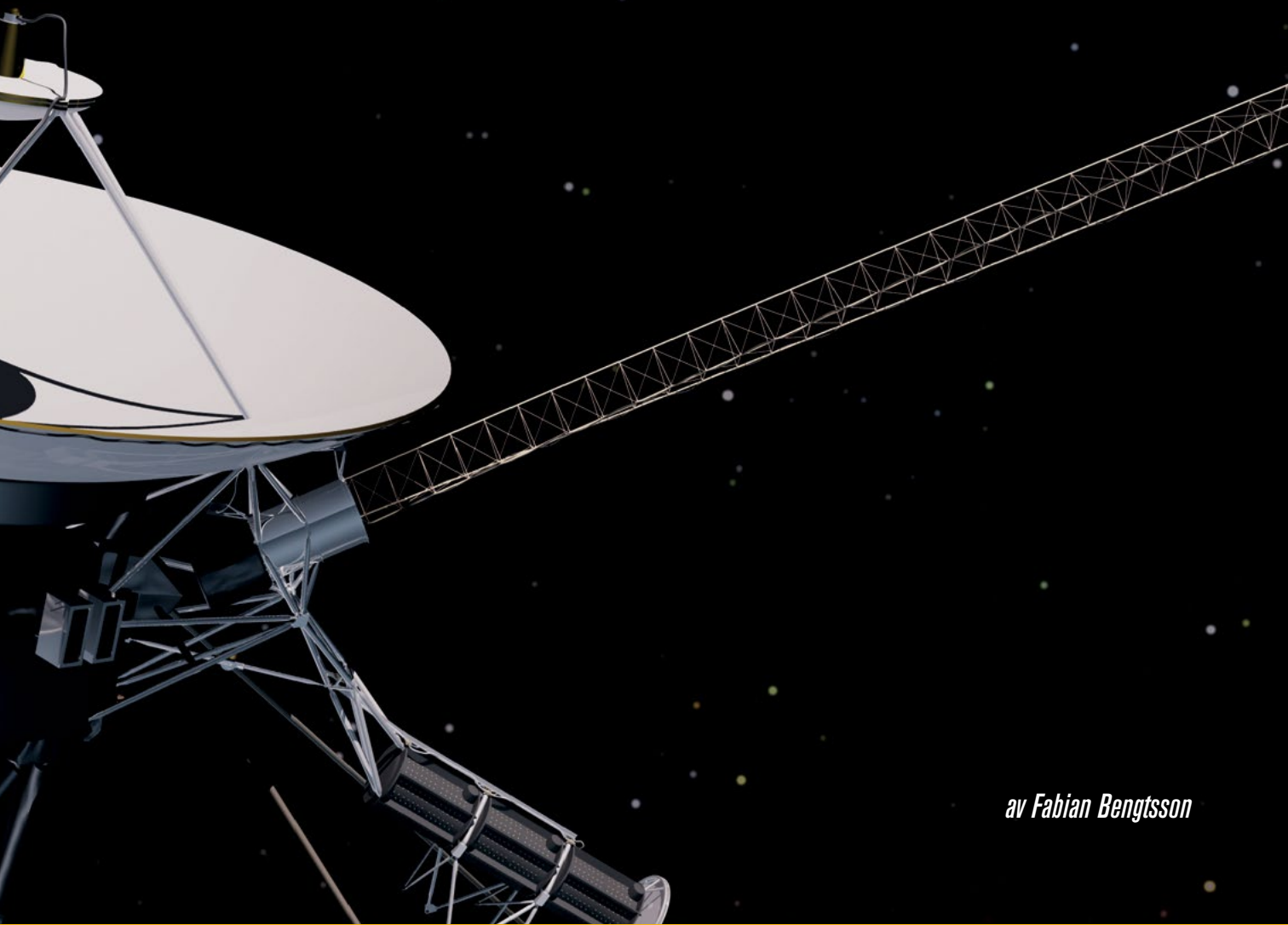
Sommaren 1965 var Garry Flandro en ung vikarierande ingenjör på JPL. Han uppmärksammade då att Jupiter, Saturnus, Uranus och Neptunus under ett par år skulle stå i en linje som passade sällsynt bra för en mycket ambitiös expedition. Det skulle då vara möjligt för en farkost att flyga förbi alla yttre planeter under en resa – the Grand Tour kallades idén. Planetkonstellationen skulle inträffa i slutet på 1970-talet och sedan inte komma tillbaka på 186 år. Tack vare gravitationsassistans, där hastigheten hos en

rymdfarkost ökar då farkosten passerar nära en planet, kan restiden till de yttre planeterna förkortas avsevärt. Att skicka en rymdsond till Neptunus skulle då kunna ta tolv år, nästan två decennier snabbare än man tidigare uppskattat. NASA bestämde att man skulle ta vara på tillfället.

Under början av 1970-talet svalnade dock intresset för rymdupptäckter efter månlandningarna. Vietnamkriget krävde stora resurser och budgeten för rymdprogrammet ströps åt. Voyagers ursprungliga uppdrag kortades därför ner till att gälla enbart Jupiter och Saturnus. Om de därefter skulle vara operationsdugliga skulle expeditionen kunna förlängas.

– Att använda två farkoster gav en viss extra säkerhet ifall en skulle få problem vid uppskjutningen eller med ett instrument, förklarar Suzanne Dodd. I så fall kunde tvillingen ändå samla in den information som behövdes.

Tidigare hade Pioneer-sonderna flugit förbi Jupiter och Saturnus. Men nu skulle man kunna göra samma sak med mer sofistikerad utrustning. Många forskare lobbade för vilken typ av mätinstrument som skulle finnas ombord, men konkurrensen om platsen var hård. Dessutom sattes nu hårdare krav på utrustningen än någonsin tidigare. Expeditionens längd krävde mycket tålig och säker konstruktion. Alla instrument skulle till exempel klara sig utan att skadas av Jupiters starka magnetfält. Solceller kunde inte användas som energikälla eftersom farkosterna skulle färdas så långt bort från solen. Istället utrustades de med radioaktiva bränsleceller som försåg instrument och kommunikationsinstrument med ström. Vid sidan av fotoutrustning som satt på en av sonderarnas armar kunde de instrument som till slut fick en plats ombord bland annat mäta laddade partiklar, magnetfält och plasmavågor.



av Fabian Bengtsson

Suzanne Dodd liknar de färdiga sänderna vid väderstationer på jorden som är utrustade för att mäta upp den miljö som de befinner sig i. Många aktiviteter och säkerhetsrutiner hos farkosterna programmerades innan start. Rutiner för olika manövrer sparades på en bandspelare, men ombord fanns totalt inte mer än 64 kilobyte i minne.

– Idag bär vi med oss över 100 000 gånger mer minne i fickan i våra mobiltelefoner. Farkosterna är konstruerade och programmerade enligt den senaste tekniken så som den var i mitten av sjuttioalet.

När sänderna var klara för avfärd utrustades de också med det som idag är en av de mer kända delarna av projektet. På utsidan kröntes de med var sin gyllene grammo-fonskiva som fyllts med hälsningar från jorden ifall någon mot all förmodan skulle hitta dem.

Fantastiska upptäckter

Voyager 2 lämnade jorden först, i augusti 1977. Två veckor senare var det systerfarkostens tur, och eftersom det hade en snabbare bana hann det snart ikapp. Genom att använda Jupiters enorma gravitationskraft ökade deras fart med över 57 000 kilometer i timmen samtidigt som de slungades vidare till Saturnus. Planen för Voyager 1 var att passera nära Saturnusmånen Titan, som ansågs vara särskilt intressant. Det gjorde dock att den skickades iväg från planeternas banplan runt solen och inte kunde resa vidare till fler planeter. För Voyager 2 fanns det en chans att fullborda the Grand Tour till de yttre planeterna.

Expeditionen förlängdes, och från och med nu bröt man helt ny mark. För astronomer och rymdforskare var det som julafton varje gång Voyager närmade sig en planet. Förbiflygningarna var noga planerade för att kunna ta så bra bilder som möjligt och maximera informationen man kunde ta in. Suzanne Dodd fick sitt första ingenjörsjobb inom projektet i mitten av 1980-talet när man närmade sig Neptunus. Det var oerhört spännande, säger hon.

– Neptunus var nästan bara en suddig fläck i ett teleskop här på jorden. Varje dag kom vi närmare, vi fick mer detaljer om atmosfären och plötsligt såg vi en ny måne som vi inte sett tidigare. Det var en fantastisk tid att vara på JPL tillsammans med uppspelade forskarlag som väntat länge på bilderna.

Och det som farkosterna skickade hem studerades noga. Vid Jupiter studerades jätteplanetens turbulenta atmosfär och vädersystem. På Jupiters måne Io såg man de första tecknen på vulkanisk aktivitet utanför vår egen planet. Vid Saturnus kunde man iaktta ringsystemet och se hur det påverkades av närliggande månar. Vid månen Titan sågs en tjock och dimmig kväveatmosfär och tecken på moln med regn av metan. Voyager 2 kartlade Neptunus stora svarta fläck och planetens kraftiga vindar på 1 600 kilometer per timme. Sammanlagt hittade farkosterna 23 tidigare upptäckta månar. Listan av genombrott kan göras lång. En viktig del av projektets framgång har varit alla makalösa bilder. Och det är just vad Gabriella Stenberg Wieser, astrofysiker på Insitutet för rymdfysik i Kiruna, lyfter fram när hon får frågan om Voyagers genomslag inom astronomin.

– Idag har vi vant oss vid att ha bilder från Jupiter, Saturnus, Uranus och Neptunus, men det är tack vare

AKTUELL RYMDFART



FOTO: NASA/JPL-CALTECH

Suzanne Dodd leder Voyagerprojektet på JPL i Pasadena, USA.

Voyager och andra tidiga projekt som vi fick dem. Det måste ha varit en otrolig upplevelse att få bilder av något som man tidigare inte visste hur det såg ut, säger hon och förklarar att hon inte är ensam om att inspireras av bilderna.

– Jag växte upp med bilderna från Voyager, och jag tror att de har präglat vår syn på hur universum ser ut. Vetenskapligt har det kanske gjorts större upptäckter, men det här är bilder som faktiskt visar hur det ser ut på andra världar.

Lång väntan

Sedan Neptunus hade passerats 1989 var den stora turnén bland planeterna avslutad. Eftersom det fortfarande fanns bränsle för att kommunicera med farkosterna fanns det en möjlighet att återigen förlänga expeditionen. Projektet skulle nu utforska miljön i solsystemets utkant med målet att nå den interstellära rymden.

– Vi visste inte då hur lång tid det skulle ta att ta sig dit, säger Suzanne Dodd. Uppskattningen var först att det skulle ta nio år men det visade sig ta 22 år, nästan dubbelt så lång tid som resan från jorden till Neptunus.

Var gränsen till solsystemet går kan definieras på olika sätt. Om man säger att det är där solens dragningskraft sluta

tar påverka en farkost kommer det ta många tiotusentals år för Voyager att passera gränsen.

Suzanne Dodd förklarar att målet när Voyager Interstellar Mission inleddes 1990 var att passera heliopausen. Den kan förklaras som gränsen för den magnetiska bubbla som vårt solsystem finns inuti.

– Flödet av partiklar och magnetfält från vår sol kallas solvinden, säger Gabriella Stenberg Wieser. Solvinden fortsätter att röra sig bort från solen tills den möter laddade partiklar som sänts ut av andra stjärnor. Kring vårt solsystem bildas då en bubbla som kallas heliosfären och som domineras av laddade partiklar från vår egen sol.

Efter många års väntan började det hända saker i mitten av 00-talet. 2004 nådde Voyager 1 terminalchocken, en tydlig gräns där solvinden abrupt saktar ner till under ljudets hastighet. Nästa milstolpe dröjde ytterligare åtta år. I september 2013 kunde JPL bekräfta att Voyager 1 passerat heliopausen den 25 augusti året innan. På presskonferensen där nyheten presenterades medverkade Ed Stone som i många år varit projektledare för Voyager. Det gjorde också Suzanne Dodd som efterträtt honom 2010. När det var hennes tur att prata sa hon ”expeditionen är inte slut, det finns många upptäckter kvar att göra”.

Fortfarande aktiva

De senaste årens nyheter från projektet har varit särskilt intressanta för astrofysiker i Sverige. Enligt Gabriella Stenberg Wieser är det samma område inom fysiken som hon och många av hennes kolleger jobbar med i vardagen.

– Vi undersöker hur solvindens laddade partiklar växelverkar med planeterna i solsystemet, säger hon. Voyager skickar information om hur laddade partiklar i den interstellära rymden växelverkar med hela solsystemet, säger hon. Voyager skickar information om hur solens magnetfält växelverkar med laddade partiklar i den interstellära rymden. Vi följer det dels för att det är häftigt, men också professionellt.

GULDSKIVORNA

När Voyager lämnar vårt solsystem bakom sig bär de med sig hälsningar till andra civilisationer som möjligen kan finnas i universum. Ett slags kosmisk flaskpost som berättar om livet på jorden.

Det stod klart från början att farkosterna någon gång skulle lämna solsystemet och fortsätta cirkulera i Vintergatan i miljarder år. På utsidan av varje farkost fästes därför fonograf-skivor som fyllts med hälsningar, musik och bilder. Tanken med det som idag kallas The Voyager Golden Records är att de ska skildra olika delar av vår kultur. Det kan ses som ett försök att kommunicera med en annan intelligent civilisation om de någon gång skulle hittas.

– Man kalla det för ett PR-knep, och man kan kalla det för konst. Men hur som helst är det ett nyskapande sätt att tänka, för skivorna har hjälpt allmänheten att få en koppling till rymdprogrammet, säger Suzanne Dodd, som främst ser skivorna som en tidskapsel som representerar hur livet såg ut i slutet av 1970-talet.

Innehållet på skivorna bestämdes av en panel av forskare

inom olika fält och som leddes av den berömde astrofysikern Carl Sagan. Ett par år innan hade även Pioneerfarkosterna burit med sig plaketter där man ristat in hälsningar och en bild på människor. Med Voyager 1 och 2 utvecklades idén till att bli en skiva och en tillhörande nål för uppspelning. På skivan finns musik från alla världsdelar inklusive kompositioner av Mozart, Beethoven och Chuck Berry. Där finns också bilder och hälsningar på totalt 55 språk, inklusive svenska.

– Kanske kommer någon att träffa på dem och kanske kan de få reda på något om hur livet på vår planet såg ut, säger Suzanne Dodd. Men framförallt är det fortfarande ett bra tankeexperiment. Kanske borde vi fundera mer på hur vi vill att vår samtid ska ses på i framtiden.

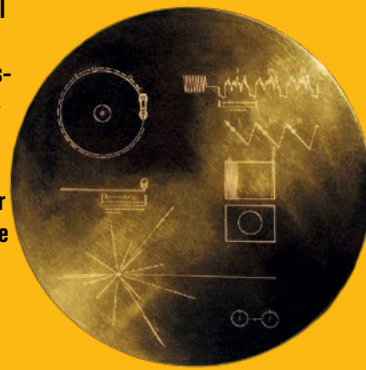


BILD: NASA/JPL-CALTECH

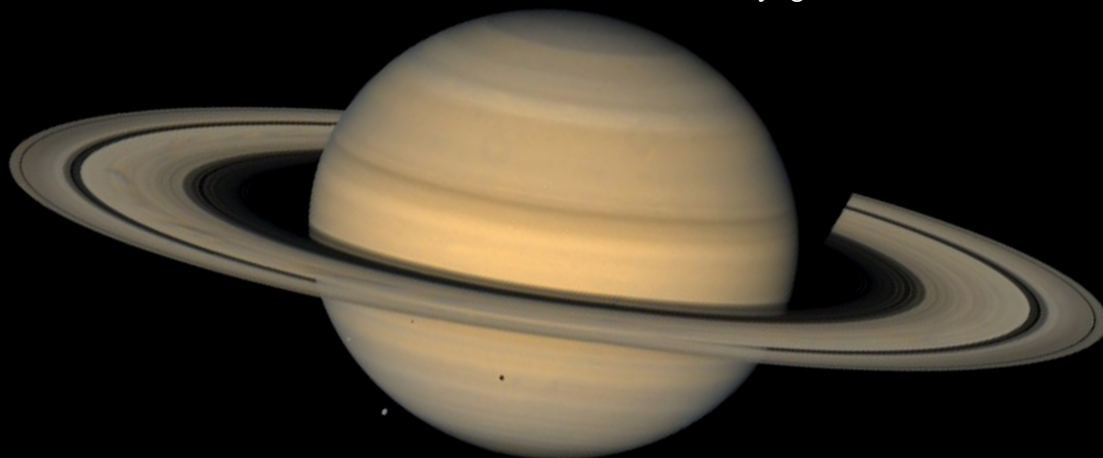


Jupiter

Voyager 1, 1979

Saturnus

Voyager 2, 1981



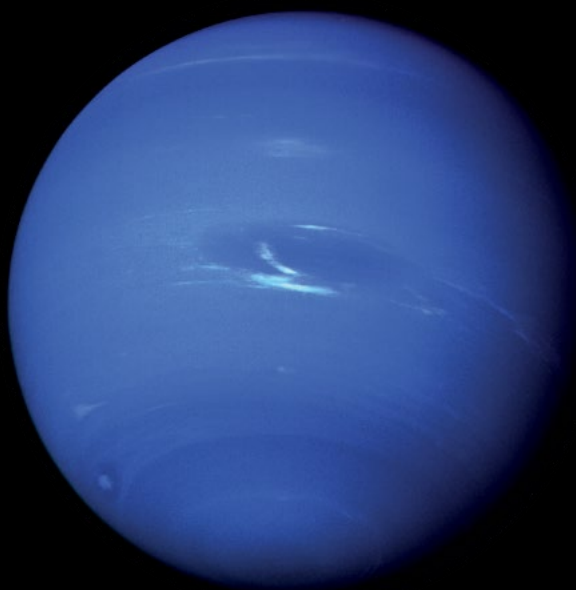
Uranus

Voyager 2, januari 1986

jorden

som "pale blue dot"

Voyager 1, februari 1990



Neptunus

Voyager 2, augusti 1989

AKTUELL RYMFART

På JPL leder Suzanne Dodd den arbetsgrupp på tolv personer som idag jobbar med projektet. I februari 2017 var Voyager 1 20,6 miljarder kilometer från vår sol (eller 138 ae; en astronomisk enhet, ae, är avståndet mellan jorden och solen). Motsvarande avstånd för Voyager 2 var 17 miljarder kilometer (114 ae). De färdas bort från solen med en hastighet på 3,6 respektive 3,3 astronomiska enheter per år. Kameror och en hel del annan utrustning har stängts för att spara energi och för att det enligt Suzanne Dodd "inte finns något att fota där de befinner sig". Båda farkosterna skickar dagligen tillbaks information om sin omgivning till jorden. Åt ett håll tar radiokommunikationen med en sändning 18 timmar, så för att få svar på ett kommando går det ett och ett halvt dygn.

– Vi har bara doppat tårna i den interstellära rymden. Precis på gränsen till heliosfären märker man av signaler som säger att man både är inne och ute ur bubblan. Ju längre ut vi kommer stabilisera sig detta till värden som vi tror är typiska för den interstellära rymden.

Voyager 2 har inte passerat heliopausen ännu, och enligt Suzanne Dodd har man inte sett några spår på att den närmar sig. Det kan hända imorgon, men vi kanske kommer att få vänta flera år. Men när det händer kommer man plötsligt att ha ytterligare en samling data att undersöka. Med ytterligare en observation kommer man kunna förfina teorierna om solsystemets utkanter.

Uppskattningsvis finns det tillräckligt med bränsle ombord för att farkosterna ska kunna vara aktiva i tio år till.

– Vi vet inte säkert, och mitt personliga mål att vi ska klara oss fram till 2027, för det hade varit häftigt om expeditionen varade i femtio år, säger Suzanne Dodd.

Någon dag kommer det bli tyst. I en avlägsen framtid kommer farkosterna att närma sig andra stjärnor. Om 40 000 år kommer Voyager 1 att vara 1,6 ljusår från stjär-



BILD: NASA/WALT FEIMER

nan AC+79 3888 och Voyager 2 1,7 ljusår från stjärnan Ross 248. De kommer att fortsätta cirkulera runt Vintergatan för evigt och ingen vet vad de kommer att möta på vägen. I sin bok *The Pale Blue Dot* skriver den kände astrofysikern Carl Sagan att det allra troligaste är att ingen på fem miljarder år kommer att stöta på dem. Han beskriver att livet på jorden under den tiden kommer att ha förstörts eller förvandlats till något annat. Men "... långt hemifrån, oberörda av dessa avlägsna händelser och bärandes på minnen från en värld som inte längre finns, kommer Voyager att flyga vidare". ★

FABIAN BENGTESSON är frilansjournalist med bas i Göteborg.

Ge bort Populär Astronomi till någon du tycker om*

5 NUMMER 250 KR

www.popularastronomi.se/prenumerera

*eller dig själv!