

Så ska Hubble räddas

av Tomas Dahlén

Sedan 1990 har rymdteleskopet Hubble varit till omätligt stor nytta för astronomerna, trots att det i början inte riktigt motsvarade de högt ställda förväntningarna. Egentligen skulle det redan ha pensionerats, men ännu en gång ska Hubble få besök av astronauter som installerar nya instrument och reparerar det som behövs.

När detta skrivs pågår förberedelserna för fullt inför det fjärde och med största sannolikhet sista serviceuppdraget till Hubbleteleskopet. Efter att ha färdats med rymdfärjan Atlantis ut till Hubble vid dess omloppsbana på cirka 600 kilometers höjd kommer en grupp astronauter att under en femdagarsperiod repara och underhålla teleskopet. Komponenter som är slitna eller har slutat att fungera kommer att bytas ut, två helt nya instrument kommer att installeras och slutligen ska två av de befintliga instrumenten repareras för att åter kunna tas i bruk. Förhoppningarna är att efter ett lyckat serviceuppdrag kommer Hubbleteleskopet under sina sista levnadsår att vara i sitt livs form. Förväntningarna är stora och alla håller tummarna för en lyckad resa.

Återblick

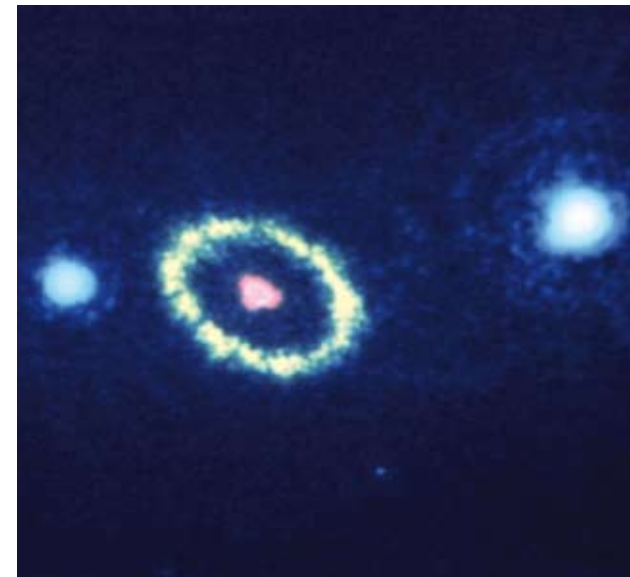
Hubbleteleskopet planerades och byggdes med tanken att det skulle vara möjligt att med hjälp av rymdfärjorna återbesöka teleskopet och utföra underhåll. Dels ville man

ha möjligheten att utföra "normalt" underhåll för att öka teleskopets livslängd, eftersom det redan från början var klart att vissa komponenter skulle behövas bytas ut med tiden. Dessutom fanns alltid risken att ett av de vetenskapliga instrumenten skulle sluta att fungera, i vilket fall man ville ha möjligheten att reparera eller byta ut defekta komponenter. Slutligen ville man också ha möjligheten att byta ut existerande instrument mot nya och mer sofistikerade, allteftersom utvecklingen går mot att konstruera effektivare och mer ljuskänsliga detektorer. På NASA-språk kallas dessa serviceuppdrag för SM (SM = Servicing Mission), en förkortning som jag kommer att använda i det följande.

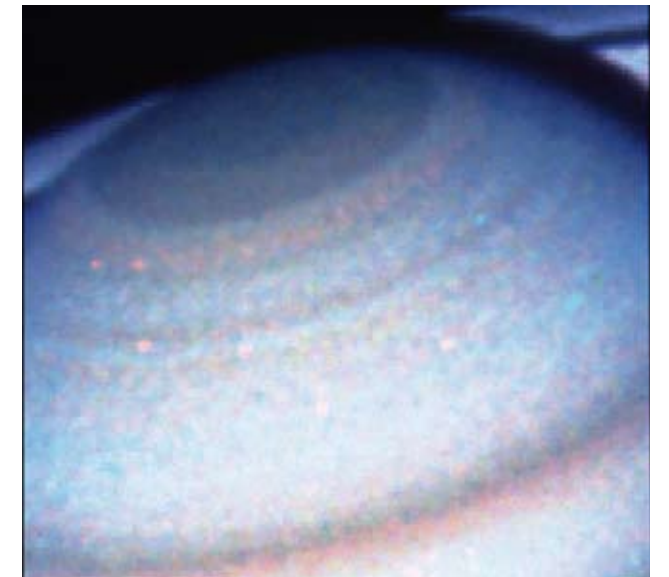
Hubble i med- och motgångar

Om man ska sammanfatta Hubbleteleskopets nu arton år i vetenskapens och allmänbildningens tjänst kan förstås inget annat än lovord användas. Teleskopet är en fantastisk framgångssaga som resulterat i en lång rad häpnadsväckande upptäckter och gett upphov till tusentals vetenskap-

SAMTLIGA BILDER: NASA



Till de tidigaste bilderna från Hubbleteleskopet hör denna av supernovan 1987A i Stora magellanska molnet. Man ser tydligt att bilderna inte är perfekt runda.



Ändå var bilderna, som denna av polarområdet på Saturnus, oerhört detaljrika, så astronomerna var, om inte så glada som de kunde ha varit, i alla fall rätt nöjda.

liga artiklar. Som ett aplock bland de mest betydelsefulla resultaten märks följande:

- Hubble har visat att det är mycket troligt att i stort sett alla galaxer har ett tungt svart hål i centrum.
- Med hjälp av observationer av stoft runt nybildade stjärnor har Hubble varit avgörande för förståelsen av de tidigaste skedena av planetbildningen.
- Nyligen lyckades Hubble för första gången detektera spår av organiska molekyler i atmosfären hos en planet i ett annat solsystem än vårt eget. En upptäckt som kan vara ett viktigt steg mot att i framtiden kunna detektera liv hos andra planeter.
- Genom att mäta Hubblekonstanten med en precision på 10% bidrog Hubble till att kunna uppskatta universums ålder.
- Med hjälp av observationer av avlägsna supernovor har Hubble kunnat bekräfta tidigare resultat att universum idag expanderar med en accelererande hastighet, men också visat att universum i ett tidigare skede decelererade.

De sist nämnda resultaten är ju speciellt passande, eftersom teleskopet har namngivits efter Edwin Hubble (1889–1953) som vid slutet av 1920-talet var först med att använda observationer av avlägsna galaxer för att påvisa universums expansion. Listan av vetenskapliga upptäckter som Hubbleteleskopet bidragit till kan göras nästan hur lång som helst, och när man dessutom studerar de makalösa bilder som teleskopet tagit måste man nog hålla med om att Hubble varit det viktigaste teleskopet för utvecklingen inom astronomin sedan Galileo riktade sitt teleskop mot himlen för 400 år sedan.

Men historien om Hubbleteleskopet har inte bara varit en solskens- (stjärnskens-) historia, utan projektet har också kantats av stora och allvarliga motgångar. Vid en återblick framstår tre händelser i denna historia som särskilt omvälvande och med långtgående konsekvenser.

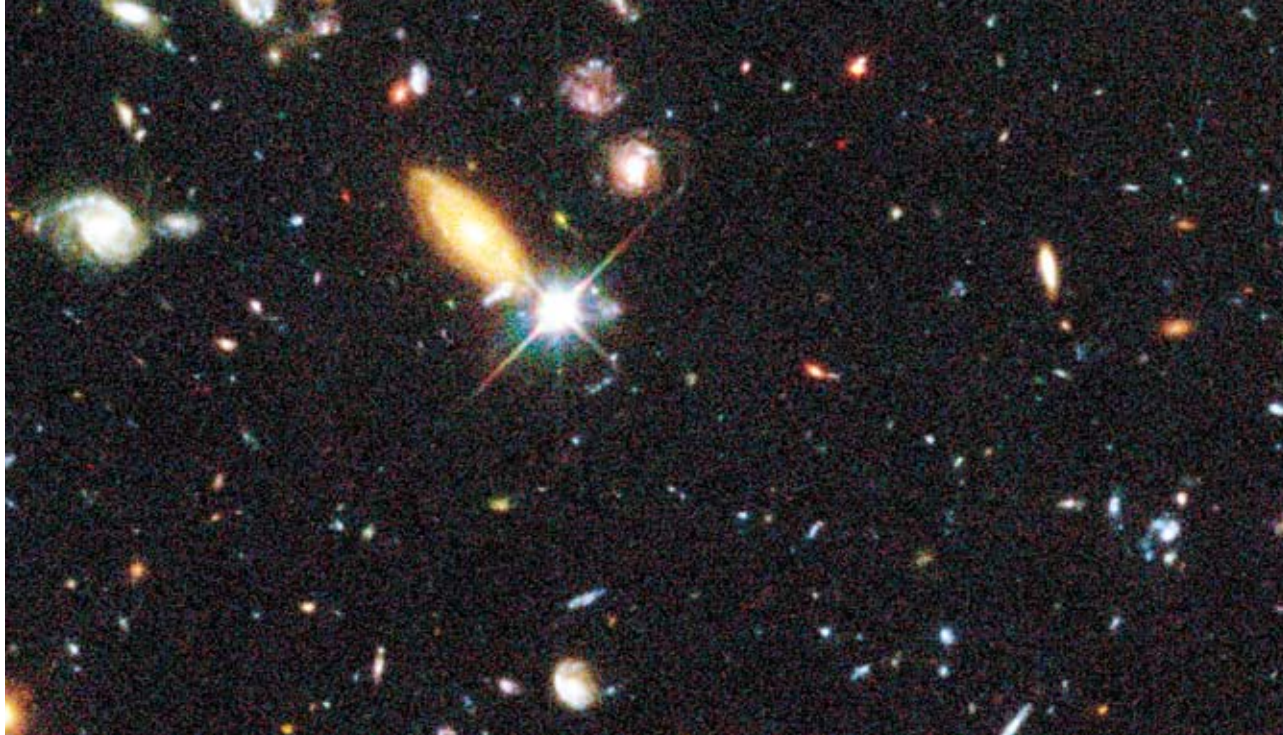
Motgång 1 – med Hubble fortfarande på marken

Det första bakslaget drabbade projektet redan innan Hubble sändes iväg till sin omloppsbana ovan jordens atmosfär. Efter många år av planering och konstruktion var Hubble äntligen färdigbyggt 1985 och redo att lyfta med hjälp av en av NASA:s rymdfärjor. Men i januari 1986 exploderade Challengerfärjan strax efter uppskjutningen och samtliga i besättningen omkom. Denna tragiska händelse medförde att alla uppskjutningar av rymdfärjorna stoppades under en tvåårsperiod, och Hubble fick vänta. Vad som trots allt visade sig positivt var att under dessa år kunde teleskopet ytterligare förbättras med bland annat nya solpaneler och uppgraderade datorer, samt att ytterligare tester kunde göras för att försäkra att teleskopet skulle klara påfrestningarna vid uppskjutningen. Efter en lång väntan lyfte slutligen Discoveryfärjan från Kennedy Space Center i Florida den 24 april 1990 med Hubbleteleskopet i lastutrymmet.

Väl på plats i sin omloppsbana kunde Hubble äntligen börja sända vetenskapliga data ner till de väntande forskarna på marknivå.

Motgång 2 – sfärisk aberration

Det dröjde inte länge förrän det stod klart att något inte var som det skulle med teleskopet. Istället för de knivskarpa bilder som förväntades, så var bilderna som Hubble sände ner långt annat än skarpa. Den andra stora motgången visade sig snart vara ett faktum. Hade all tid och pengar som satsats på projektet varit förgäves? Efter en febril verksamhet med att försöka förstå vad som hänt stod det snart klart att olika orsaker hade samverkat till att primärspiegeln som skulle fokusera ljuset till instrumenten hade ett fel i konstruk-



Ett utsnitt av Hubble Deep Field, den första extremt långexponerade bild som togs 1995 av ett mycket litet område i Stora björnen.

Tidigare servicefärder till Hubbleteleskopet

SM1:

I december 1993 installerades COSTAR – man säger ibland att Hubble fick "glasögon" och därför äntligen kunde ta de unika bilder som varit tanken med projektet. Dessutom byttes även den ursprungliga kameran WF/PC1 (Wide-Field Planetary Camera) mot den uppgraderade WFPC2. Denna kamera tog den enskilt kanske mest betydelsefulla bild som tagits med Hubble, Hubble Deep Field (HDF), och många av de fantastiska bilder som nått ut till allmänheten.

SM2:

Under den andra resan till Hubble i februari 1997 installerades två nya instrument, NICMOS och STIS. Med teknik som utvecklats sedan de ursprungliga instrumenten konstruerades innebar de nya möjligheter för teleskopet. NICMOS (Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer) är en kamera som observerar i infrarött. STIS (Space Telescope Imaging Spectrograph) är en avancerad spektrograf som kan ta spektra med hög upplösning i våglängder från ultraviolett till infrarött.

SM3:

SM3 är lite speciell, eftersom den är uppdelad på två olika resor, SM3A i december 1999 och SM3B i mars 2002. Anledningen till detta är att när det tredje av Hubbles sex gyroskop slutade fungera under de tidiga förberedelserna inför SM3, så fanns risken att det inte skulle gå att manövrera teleskopet om ytterligare gyroskop skulle falla. SM3A utfördes då så tidigt som möjligt med huvudsyftet att byta ut gyroskopet och utföra andra uppgraderingar för att få teleskopet så nära nyskick som möjligt. Inga nya instrument installerades, utan detta fick vänta i drygt två år till SM3B. Under denna resa, den hittills senaste gången Hubble besöktes, installerades ACS, en kamera framför allt tänkt för genomströmmingar, "surveys". Med större synfält och känslighet är ACS ungefär tio gånger effektivare än föregångaren WFPC2. Dessutom installerades ett nytt kylsystem till NICMOS, som inte kunnat användas sedan 1999 då det tidigare kylsystemet slutade fungera.

tionen. Istället för den tänkta formen hade spegeln slipats något plattare än avsett. Även om avvikelserna bara var drygt två mikrometer, så medförde denna "sfäriska aberration" att det var omöjligt att fokusera ljuset till de olika kamerorna ombord. Om nu Hubble hade byggts och sänts i omloppsbana utan tanke på eller möjlighet till service skulle nog dess historia sluta här. Ett mångmiljarde teleskop som knappt kunde ta bättre bilder än ett teleskop på jorden. När det stod klart att inget kunde göras med den befintliga instrumenteringen ombord för att rätta till felet, så satsades alla resurser på att finna en alternativ lösning.

Svaret blev COSTAR (Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement), ett instrument som använde speciellt konstruerade speglar för att korrigera primärspeglens fokusering innan ljuset nådde de olika instrumenten. Med COSTAR installerad 1993 under SM1 blev det äntligen möjligt att ta de skarpa bilder som först förutspåts. Sedan dess har Hubbleteleskopet producerat en häpnadsväckande rad unika bilder och lett till banbrytande upptäckter och tusentals vetenskapliga artiklar. Under åren har nya instrument installerats och slitna och trasiga komponenter har bytts ut. Under SM4, först planerad till 2004, så skulle Hubble utrustas med en ny uppsättning instrument samt nya gyroskop och batterier.

Motgång 3 – godnatt Hubble?

Efter den andra stora tragedin för rymdfärjeprogrammet, när Columbia förolyckades inför landningen i januari 2003, så bestämde NASA att det var alltför riskabelt att återvända till Hubble och SM4 ställdes in. Hubble hade några år kvar, men skulle sedan med största sannolikhet somna in för evigt allteftersom gyroskop slutade att fungera och batterierna tömdes.

Beslutet att ställa in SM4 var förstas ett stort bakslag, inte bara för dem som arbetat med själva serviceuppdraget, utan för alla som tagit del av Hubbles fantastiska upptäckter. Men teleskopets anhängare ville annat och engagerade sig för att få beslutet omprövat. Och stödet kom inte enbart

från det vetenskapliga samhället, utan även från politiker och inte minst den breda allmänheten vars engagemang för ett vetenskapligt instrument aldrig förr hade visat sig så starkt. Lyckligtvis hade opinionen framgång. Efter ett byte av NASA:s ledning beslutades i oktober 2006 att SM4 trots allt skulle genomföras. Nytt datum sattes till hösten 2008. Då skulle äntligen rymdfärjan Atlantis lyfta för att bege sig till Hubble för ett sista möte.

I väntan på SM4 hade ytterligare ett av Hubbles instrument slutat fungera. I januari 2007 drabbades ACS (Advanced Camera for Surveys) av ett hårdvarufel, vilket medförde att kamerans två "optiska" instrument slutade fungera och endast den ultravioletta kameran kunde fortsättningsvis användas. Inom det synliga våglängdsområdet var ACS Hubbles riktiga arbetshäst och den mest använda kameran under de senaste åren. Med ACS satt ur spel innebar detta att endast två instrument kunde användas till full kapacitet, den infraröda kameran NICMOS och den gamla trotjänaren WFPC2.

Till komplikationerna hör också att tre av Hubbles sex gyroskop slutat att fungera. Tre gyroskop behövs för att operera Hubble med full flexibilitet. I en situation med bara tre fungerande gyroskop har Hubble under det senaste året manövrerats med endast två i funktion. Detta för att spara på livslängden av de kvarvarande gyroskoperna. Även om två gyroskop är tillräckligt för att Hubble ska kunna operera, så begränsas vilka delar av himlen som går att observera och teleskopet blir också något långsammare att manövrera. Sammanfattningsvis är det förestående serviceuppdraget – SM4 ska nu sändas upp i maj 2009 – helt avgörande för att få tillbaka Hubble i slagkraftigt skick.

Tidigare serviceuppdrag

Så här långt in i denna kortfattade historia om rymdteleskopet Hubble står det klart för envar att möjligheten att återvända till Hubble för att utföra reparationer har varit helt avgörande för sagan om Hubble. I skrivande stund har tre serviceuppdrag genomförts – se faktaruta på sidan 14.



SM4

Det planerade programmet att utföra av astronauterna under SM4 är verkligen fullspäckat. Under fem dagar och lika många rymdpromenader kommer Hubble att få en ordentlig uppgradering. Nya batterier och en ny uppsättning gyroskop kommer att installeras för att förlänga Hubbles förväntade livslängd till åtminstone 2014. Två nya instru-



TeleskopService – din guide till universum

TS Optics fältkikare

En serie fältkikare av hög klass avsedda för astronomiskt bruk. God skärpa och välkorrigerad optik. BAK4-prismor. 80 och 100mm modellerna levereras med integrerad, skjutbar stativadapter, samt i kraftig koffert.

Art.nr. TS1570LE	TS Optics 15x70	1 350:–
Art.nr. TS20x80Trip	TS Optics 20x80	2 250:–
Art.nr. TS25100	TS Optics 25x100	3 595:–



William Optics

William Optics är välkända över hela världen för sin tillverkning av högklassiga refraktorer till mycket konkurrenskraftiga priser.

Några prisexempel:		
Art.nr. WOZS70	WO ZenithStar 70	3 975:–
Art.nr. WOM72FD	WO Megrez 72 FD	4 450:–
Art.nr. WO88FD	WO Megrez 88 FD	7 975:–

GSO Dobsonteleskop

Vi presenterar en serie kvalitetsteleskop från GSO till verkliga lågpriser. Optik av högsta klass. Utrustade med 2" Crayfordfokuserare, kylfläkt, 8x50 sökare, samt rullager i azimut.

Art.nr. GSD200C	GSO Dobson 200/1200mm	3 695:–
Art.nr. GSD250C	GSO Dobson 250/1250mm	5 795:–
Art.nr. GSD300C	GSO Dobson 300/1500mm	7 995:–



TS Optics ED-okular

En serie mycket prisvärda universalokular lämpade för observationer av planeter och Deep Sky-objekt. 6-linsig design med ED-glas, garanterar hög skärpa och kontrast över hela synfältet. 50° synfält.

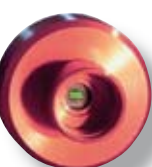
Brännvidderna 3,8, 5,2, 7,5, 9,5, 12,5 och 14,0mm	565:–/st
Brännvidderna 18, 21 och 25mm	455:–/st



LVI Smartguider

Äntligen en smart stand-alone autoguider av högsta klass. Vid astrofoto med DSLR-kamera kan du komplettera med vår programmerbara handkontroll, som styr exponeringssekvenserna och du blir då helt oberoende av dator i fält.

Art.nr. LVI-BA1461800	4 725:–
-----------------------	----------------



KENDRICK ASTRO INSTRUMENTS

Stor sortering av dagghuvar, värmeband, kontrollboxar, solfilter och lasrar. En stor nyhet är dagghuven ZapCap med inbyggt värmeband.

Prisexempel:	ZapCap för yd 200mm	650:–
--------------	---------------------	--------------



Glöm inte TS-Dagen 25/4 2009 en naturlig träffpunkt för alla astronomiintresserade.

Ring eller maila in din order

Frakt tillkommer på alla priser

TeleskopService Norden AB
Mobil +46 (0) 768 653 250
Tel +46 (0) 301 429 72
info@teleskop-service.se
www.teleskop-service.se





Två av astronauterna som ska genomföra SM4 över monteringen av den nya vidvinkelkameran – i en vattenbassäng för att simulera viktlöshet.

Nya instrument för Hubbleteleskopet

Wide Field Camera 3:

WFC3 är Hubbles fjärde generation av kameror designade att användas för genomsträngningar över relativt stora områden (wide-field imaging = vidvinkelavbildning). Den ska användas för observationer av allt från närbelägna objekt inom vårt eget solsystem ut till de mest avlägsna galaxerna på många miljarder ljusårs avstånd. Det unika med den nya kameran är att den, till skillnad från föregångarna WF/PC1, WFPC2 och ACS, kan observera i hela våglängdsområdet från ultraviolett via synligt till infrarött ljus. Ett användningsområde för WFC3 kommer exempelvis att vara att inom samma galax kunna observera både unga stjärnor som huvudsakligen strålar i ultraviolett och äldre stjärnor som övervägande lyser i rött och infrarött ljus. Nya effektivare detektorer gör också att WFC3 kommer att kunna observera både ljussvagare och mer avlägsna objekt än vad som tidigare varit möjligt. Möjligheten att täcka stora fält också i infrarött kommer att vara betydelsefull för förståelsen av hur galaxer bildas och utvecklas. För att studera stjärnbildande galaxer behövs observationer i den blåa till ultraviolette delen av spektret, eftersom unga stjärnor är heta och huvudsakligen strålar i det kortvågiga. Men när vi observerar avlägsna galaxer kommer ljuset som når oss från dessa galaxer att ha rödförskjutits till den röda och infraröda delen av spektret.

Tack vare det breda våglängdsområde som WFC3 täcker, så kommer det att gå att med samma instrument studera stjärnbildning och galaxutveckling från närbelägna till de mest

avlägsna galaxerna i universum. Slutligen är också ett av målen med WFC3 att studera mörk materia och mörk energi genom att använda gravitationslinser och observationer av avlägsna supernovor.

Cosmic Origins Spectrograph:

COS är en spektrograf med två detektorer som täcker det ultraviolette spektret från 115 nm till 320 nm. Som namnet antyder kommer den att studera universums uppbyggnad. Förutom att studera den storskaliga strukturen i universum kommer även studier av bildandet av enskilda galaxer, stjärnor och planeter att vara huvudmål för instrumentet.

COS kommer att observera ljus från avlägsna galaxer eller kvasarer, och med hjälp av de absorptionslinjer som uppstår när detta ljus passerar igenom gasmoln på sin färd mot jorden är det möjligt att bestämma hur den baryoniska materien i universum är fördelad. Denna kunskap är avgörande för att förstå universums storskaliga struktur. Dessutom ger dessa linjer även information om sammansättningen av gasmolnen, vilket kan ge ledtrådar till förståelsen för hur och när de tyngre grundämnena i universum har bildats. Som exempel på mer närbelägna studier kommer COS att kunna studera sammansättningen av atmosfärerna hos de yttre planeterna i solsystemet.

Nämnvärt är också att COS kommer att installeras där COSTAR tidigare var placerad. Eftersom alla instrument som nu finns ombord på Hubble är byggda för att själva korrigera för primärspigelns sfäriska aberration, så behövs inte längre hjälpen från COSTAR.



De sju astronauter som tagits ut för SM4: från vänster Mike Massimino, Mike Good, Greg Johnson, Scott Altman, Megan McArthur, John Grunsfeld och Andrew Feustel.

instrument kommer att installeras. Och de två insomnade instrumenten ACS och STIS repareras för att åter kunna tas i bruk. Efter ett förhoppningsvis lyckat serviceuppdrag kommer Hubble att vara utrustad med fem olika instrument: NICMOS, ACS, STIS, WFC3 och COS. Vart och ett av dessa har unika egenskaper, men det finns även ett visst överlapp mellan deras kapaciteter. Det ger teleskopet något av ett skyddsnät. Om ett av instrumenten skulle sluta att fungera kan åtminstone delar av de planerade observationerna utföras av ett alternativt instrument.

I sista stund

Med bara ett par veckor kvar till den planerade uppskjutningen i första halvan av oktober 2008 drabbades projektet av ytterligare en motgång. A-sidan på den elektroniska komponent som sköter kommunikationen mellan de olika instrumenten och Hubbles huvuddator slutade fungera på grund av ett hårdvarufel (SI C&HD = Science Instrument Control and Data Handling Unit). Detta medförde att inga vetenskapliga data kunde sändas ned till jorden, så alla observationer fick avbrytas. Efter ett par veckor kunde observationerna återupptas sedan den felaktiga A-sidan kopplats ur och B-sidan som fungerat som reserv tagits i bruk. Trots att denna B-sida varit vilande i 18 års tid, så gick det efter en del inledande problem slutligen att återstarta Hubble. Alla kunde åtminstone tillfälligtvis andas ut.

Å andra sidan innebär dessa händelser att teleskopet nu är helt beroende på denna B-sida, och om den skulle sluta fungera så är Hubbles dagar slut. Förutom att SM4 i och med detta ytterligare försenas, så måste även en plan för att om möjligt byta ut den trasiga komponenten utarbetas. För närvarande planeras uppskjutningen till maj 2009. Positivt är i och för sig att detta hände två veckor innan och inte två veckor efter SM4. I det senare fallet hade ju hela teleskopets framtid hängt på en komponent, nu finns i alla fall möjligheten att återinstallera en backup, så att Hubble förhoppningsvis kan fortsätta att arbeta i ytterligare många framgångsrika år.

TOMAS DAHLÉN är astronom vid Space Telescope Science Institute, Baltimore, USA

JAPANSPECIALISTEN



A TOTAL ECLIPSE OF THE SUN

Den längsta totala solförmörkelsen under detta århundrade kommer att äga rum den 22 juli 2009. Solförmörkelsen kommer att vara under 6 minuter och 39 sekunder, någonting som inte kommer att hända igen förrän den 13 juni 2132. Bäst synlig kommer den att vara i närheten av Ryukyu-öarna (Japan) och i Stilla Havet, 100 km söder om de japanska Bonin-öarna.

Vi på Japanspecialisten erbjuder våra kunder två fantastiska resor i solförmörkelsens tecken!!



KRYSSNINGSPAKET

Ett unikt kryssningspaket Kina-Sydkorea-Japan inklusive flygbiljetter och hotell i Shanghai. Pris fr. 26,500:-

SOLFÖRMÖRKELSEPAKET

Inkluderar hotell i Kagoshima och en båtutflykt till Yakushima, kombinera gärna detta paket med våra attraktiva paketpriser till Japan. Pris fr. 2,460:-



Miss inte detta unika tillfälle att uppleva en total solförmörkelse - en chans som kanske inte kommer igen.

Priserna är per person i delat tvåbäddrum, för mer information ang våra resor, vänligen besök vår hemsida på: www.japanspecialisten.nu

Japanspecialisten

Tel: 08 - 5662 4516

info@japanspecialisten.nu