



OPERATION **MARS**

Frågan är inte längre om vi ska landsätta människor på Mars, utan snarare när. Sonder har kartlagt planeten, tekniken är klar och astronauterna har skickats på träningsläger. I vår nya serie kan du läsa allt om erövringen av Mars.



REKOGNOSCERING

Robotar och sonder vänder på varenda sten på planeten efter tecken på främmande liv.

UPPDRAGETS MÅL

- Har liv uppstått på Mars?
- Var ska vi landa?
- Hur mycket vatten har planeten?
- Vimlar det fortfarande av liv?



TRÄNING **NR. 15**

Rymdens osynliga dödshot är en stor utmaning för invandrande marsbor.



LANDSTIGNING **NR. 16**

Kolonisatörer anländer till en fientlig planet. Det ställer höga krav på utrustningen.



ERÖVRING **NR. 17**

Solsystemets största ingenjörprojekt startar när Mars omvandlas till jorden 2.0.

NASA



TRACE GAS ORBITER

går i omlopp runt planeten. Därifrån genomsöker den atmosfären efter molekyler som kan vara tecken på liv.

SCHIAPARELLI

landar på ytan. Instrumenten mäter tryck och värmeupptagning på vägen ned, vilket ger viktig kunskap inför framtida landningar.

ESA

Förtrupp anländer till EN RÖD PLANET

Planen för erövringen av Mars är satt och nu inleds den hittills största framryckningen i rymden. Expo-Mars anländer till planeten för att ge svar på en viktig fråga inför människans intåg: Finns det liv på Mars?

En molnig måndag i mars 2016 når nedräkningen noll och ett våldsamt dån från sex motorer skär igenom luften kring Bajkonurbasen i Kazakstan. En rysk Protonraket lämnar uppskjutningsrampen och markerar början på en 500 miljoner kilometer lång resa. Längst fram på raketens nos sitter farkosten ExoMars fastspänd med solcellspanelerna hopvikta som en insekt i en puppa.

Målet är Mars. Dit anländer farkosten i oktober efter cirka sju månaders färd. Tre dagar före mötet med planetens atmosfär delas farkosten i två delar. Omloppsmodulen Trace Gas Orbiter och landningsmodulen Schiaparelli kopplas loss från varandra och påbörjar var sitt uppdrag på Mars. Schiaparelli fortsätter sin färd genom atmosfären

med 21 000 kilometer i timmen, medan Trace Gas Orbiter lägger sig i en maklig omloppsbana runt Mars på cirka 400 kilometers höjd.

De två modulerna utgör ena halvan av ExoMars-uppdraget, som utvidgas med uppskjutningen av en strövare 2020. Rymdorganisationerna i Europa och Ryssland ligger bakom uppdraget. En väsentlig del av ExoMars arbete blir att hitta lämpliga landningsplatser med massor av is under ytan. Is som ska användas till dricksvatten och vattning av grödor, när astronauter inom ett par årtionden ska kunna kliva ned på det röda dammet.

Men innan det händer måste forskarna slå fast att planeten inte fortfarande är hem för mikrobiella livsformer, som framtidens astronauter riskerar att utplåna när de



FÄLTHERRARNAS STRATEGI

Liv på Mars ska hittas i två steg

Med en atmosfäranalysator i omlopp och en robotbil med en borr på ytan är ExoMars-uppdraget rustat för att genomsöka planeten efter tecken på liv.

2016:
ATMOSFÄRANALYSATORN
SKICKAS I OMLOPP

Detektor upptäcker vatten under ytan

Neutrondetektorn **FREND** hittar förekomster av väte ned till en meter under ytan. FREND lämpar sig därför för att lokalisera var det finns is under ytan.

3D-karta ger överblick över landningsplatser

Stereokameran **CaSSIS** tar några av de skarpaste bilderna av Mars hittills. De samlas i en 3D-karta över ytan, som gör det lätt att utse nya landningsplatser.

Spektrometrar granskar atmosfären

Atmosfärens kemiska sammansättning kartläggs av **NOMAD:s** och **ACS:s** spektrometrar. Med ljus från solen uppnår de 1 000 gånger högre känslighet än tidigare.

SCHIAPARELLIS INSTRUMENT

Kort före ankomsten till Mars kopplas landaren loss.

Sensorer visar dammstormars uppkomst

DREAMS-paketets många sensorer mäter bland annat elektrisk laddning i atmosfären, som tros spela in när dammstormar uppkommer.

Instrument övervakar landningen

Tre sensorer registrerar data om tryck och landarens yttre värmeupptagning, som kan användas till landningen 2021.

Kamera tar bilder av landningsplatsen

När fallskärmen fälls ut tar DECA-kameran tio bilder i sekunden av ytan. De sätts ihop till en höjdkarta över landningsplatsen.

Schiaparelli

anländer. Då missar vi kanske vår enda chans att bekräfta om det har uppkommit liv på andra platser i universum.

Därför måste ExoMars-uppdraget först och främst söka igenom den röda planeten efter alla tecken på liv. Hittar den inte något är det grönt ljus för astronauterna att inleda erövringen av Mars.

Mars är destination nummer ett

Sedan 1960-talet har över 40 obemannade uppdrag från rymdorganisationerna i USA, Europa, Ryssland och Indien försökt ta sig ända till Mars. Ungefär hälften har lyckats, vilket gör den röda planeten till solsystemets mest besökta.

Intresset beror bland annat på att Mars är granne med jorden och i många avseenden är den mest planet som liknar »

MARS VS MÅNEN

ATMOSFÄREN

■ Mars koldioxidhaltiga atmosfär är så tunn att trycket på planetens yta är mer än 100 gånger lägre än på jorden.

Diameter: 6 792 kilometer

Massa: $6,4169 \times 10^{23}$ kilo
(cirka 1/10 av jordens)

Gravitation: 38 procent av jordens

Avstånd till jorden: 225 miljoner kilometer

Atmosfär: Cirka 1/100 av jordens

Magnetfält: Mycket svagt

■ Vår egen månens atmosfär är så försvinnande tunn att den jämfört med jordens är försumbar.

Diameter: 3 475 kilometer

Massa: $7,346 \times 10^{22}$ kilo
(cirka 1/100 av jordens)

Gravitation: 17 procent av jordens

Avstånd till jorden: 385 000 kilometer

Atmosfär: Ingen i praktiken

Magnetfält: Inget



2021: ROBOTBILEN LANDAR PÅ YTAN

Tar prover från två meters djup

1 Robotbilens borr är 70 centimeter lång, men kan förlängas till två meter. Så djupa prover har ingen robotbil tidigare tagit på Mars.

Laboratorium studerar prover

2 Provet på cirka tre kubikcentimeter krossas till damm i en behållare. Därefter förs det vidare till det så kallade Pasteur-laboratoriet inne i robotbilen, där det undersöks av fyra olika spektrometrar.

Panikfunktion räddar mån bilen

3 Om borgen fastnar i Mars berggrund, kan den avskiljas från resten av robotbilen, så att farkosten kan fortsätta uppdraget och genomföra andra undersökningar.

Robotbilen rullar ned från plattformen

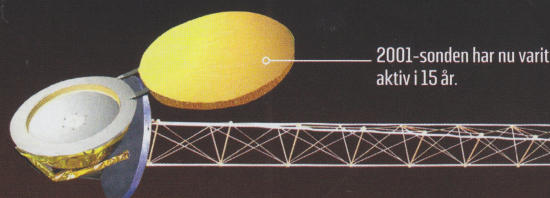
Robotbilen landar med en plattform som ska utföra sina egna mätningar. Den mäter bland annat isens fördelning under ytan vid landningsplatsen.

Kontrollprover förebygger misstag

Instrumenten ställs in efter tre kontrollprover, så att ämnen som följer med som fripassagerare från jorden inte misstolkas vara liv på Mars.

Spionarmé har kartlagt Mars

Tack vare en armé av satelliter runt Mars kan forskarna i dag teckna detaljerade 3D-kartor över ytan. Sondernas arbete har även lett till teorin om hur planeten gick från ett vått och varmt paradis till en iskall öken.



2001-sonden har nu varit aktiv i 15 år.

Nasa förlorade kontakten med MGS-sonden 2006.

Mariner 4 gick i omlopp runt solen efter sin Mars-visit.

Mars Express var ESA:s första uppdrag till en planet.

Första fotona var svartvita

Efter en åtta månader lång resa blev Mariner 4 den första rymdfarkosten som tog vägen förbi Mars 1965. Sonden lade sig inte i en omlopps bana men knäppte i förbifarten historiens första bilder av planeten.

MARINER 4

Uppskjutningsår: 1964.

Avsändare: Nasa.

Uppdrag: Fotografera en annan planet för första gången i historien.

Status: Avslutades 1998.

NASA

Lasermätning blev 3D-karta

Mars Global Surveyor lyckades från sitt omlopp på 400 kilometers höjd över polerna att samla in data om planetens väderförhållanden och geologi. En laserhöjdmätare skapade också den första 3D-kartan över Marsytan.

MARS GLOBAL SURVEYOR

Uppskjutningsår: 1996.

Avsändare: Nasa.

Uppdrag: Kartlägga geologi, terräng och väderförhållanden.

Status: Avslutades 2006.

NASA

Uppdrag mätte strålningen

2001 Mars Odyssey har varit i drift sedan den 24 oktober 2001 och har därmed rekordet för det längsta uppdraget i omlopp runt Mars. Farkosten har bland annat mätt den farliga strålningen som astronauter måste skyddas mot.

2001 MARS ODYSSEY

Uppskjutningsår: 2001.

Avsändare: Nasa.

Uppdrag: Kartlägga mineral på ytan och mäta strålning.

Status: Fortfarande aktiv.

NASA

Sond tog den kortaste vägen

Mars Express fick sitt namn eftersom omloppsmodulen skickades i väg när jorden och Mars var närmare varandra än på 60 000 år. Sondens mätningar gjorde det möjligt att skapa en nästan komplett höjdkarta över Mars.

MARS EXPRESS

Uppskjutningsår: 2003.

Avsändare: ESA.

Uppdrag: Kartlägga ytan och studera atmosfärens kemi.

Status: Fortfarande aktiv.

ESA



MRO fungerar även som satellittelefon till jorden.

MAVEN gjorde viktiga upptäckter om atmosfären.

Satellit fann vatten

Mars Reconnaissance Orbiter har hittat de klaraste bevisen på att flytande vatten rinner ned för bergssidorna på Mars. Farkostens avancerade kamera har även tagit bilder i hög upplösning av stormar och laviner på planeten.

MRO

Uppskjutningsår: 2005.

Avsändare: Nasa.

Uppdrag: Hitta lämpliga landningsplatser och tecken på vatten.

Status: Fortfarande aktiv.

NASA

Solen tömde Mars på luft

2015 offentliggjorde Nasa högtidligt nya data från rymdsonden MAVEN. Sondens mätningar hade avslöjat att solvindar troligen var skyldiga till att planeten förlorade stora delar av sin atmosfär för cirka fyra miljarder år sedan.

MAVEN

Uppskjutningsår: 2013.

Avsändare: Nasa.

Uppdrag: Undersöka varför atmosfären blev så tunn.

Status: Fortfarande aktiv.

NASA

» jorden mest av alla medlemmar i solsystemet. Men viktigast av allt är att en av livets grundläggande förutsättningar finns.

Tack vare de många föregående uppdragen har astronomerna sedan länge bekräftat att Mars har rikligt med vatten. Det mesta är djupfryst is under ytan, men på senare tid har sänderna skickat hem bilder av flytande saltvatten som rinner ned längs bergssidorna på sommaren.

Fyndet av flytande vatten har gett nytt hopp om att livet inte bara har funnits för flera miljarder år sedan, utan kanske fortfarande existerar på Mars.

Metan är ett viktigt livstecken

Över 95 procent av Marsatmosfären består av koldioxid. Resten utgörs bland annat av måttliga mängder metangas. Metan är intressant för astronomerna, eftersom det i kombination med flytande vatten är en känd indikation på liv. Omkring 90 procent av metangaserna på jorden har en biologisk källa.

Till astronomernas stora begeistring har det visat sig att koncentrationen av metan även varierar i atmosfären på Mars. Det tyder på att det pågår processer på planeten, där gasen skapas, bryts ned och återskapas. Den stora frågan är därför vad som sätter i gång gasbildningen. Metan kan näm-

»



STÖRSTA MILSTÖLPARNA

Viking tog den första bilden från Mars-ytan

Den 20 juli 1976 var landningsdelen av Nasas Viking 1-farkost först med att sätta en fot på Mars yta och påbörja ett årslångt vetenskapligt uppdrag som lade grunden till kommande tio årtiondens uppdrag.

Ett par år tidigare hade Sovjetunionen försökt med landningsmodulerna Mars 2 och 3 – men misslyckats. Viking 1 var uppdelad i en omloppsmodul och en landningsmodul, vars viktigaste uppgift var att ta bilder i hög upplösning och undersöka atmosfären och ytan.

Instrumenten ombord på landningsmodulen var bland annat utrustad med en kamera, en seismometer, en röntgenspektrometer och ett biologiskt laboratorium. Vikinguppdraget skulle vara i 90 dagar, men den lilla landaren fortsatte oförtrutet med att skicka hem information i sex år. Trots att Viking 1-farkosten



Viking 1 skickade hem den första bilden av Mars-ytan 1976.

inte hittade tecken på liv, ritade den upp den dittills mest detaljerade bilden av planeten och avslöjade bland annat vulkaner, djupa raviner och tecken på att det tidigare hade funnits vatten på ytan.

Den berömda astronomen Carl Sagan visar en modell av Viking 1-landaren.

NASA



» ligen inte skapas via biologiska processer. Reaktioner mellan varmt vatten och vissa mineral, som exempelvis olivin, bildar också metan, och olivin finns i stora mängder i Marsskorpan. Fyndet av metan och flytande vatten är därför inte ett entydigt bevis för att Mars är hemort för mikrobiellt liv. Här kommer ExoMars finkänsliga atmosfäranalysator in i bilden.

Solen fungerar som jätteprojektor

För att avgöra om metanet har geologiskt eller biologiskt ursprung är omloppsmodulen Trace Gas Orbiter utrustad med finkänsliga instrument – så kallade spektrometrar – som ser rakt igenom atmosfären.

Spektrometrarna kan avgöra vilka molekyler som tumlar runt i atmosfären, genom att exempelvis mäta de våglängder av ljus som de absorberar. Med solen som en jätteprojektor kan astronomerna genomlys hela atmosfären. De finkänsliga instrumenten ombord kan mäta atmosfärgaserna 1 000 gånger mer exakt än tidigare.

Om metanet i atmosfären har följeslagare i form av andra kolväten som etan eller propan, är det ett tecken på att källan till gasen är biologisk och att Mars hyser mikrobiellt liv. Uppträder metanet tillsammans med gaser som svaveldioxid, som ofta uppstår i samband med vulkanisk aktivitet, är källan sannolikt geologisk.

Robotbil hittar urtida biomarkörer

Medan första hälften av ExoMars-uppdraget ska hjälpa till att avslöja om det fortfarande vimlar av liv på Mars i dag, ska strövaruppdraget 2021 försöka att se cirka fyra miljarder år tillbaka i tiden.

Enligt astronomerna var Mars då en våt och varm planet med en långt tätare atmosfär än i dag. Vid någon tidpunkt började planeten förlora sin atmosfär, och sakta men säkert började omvandlingen till den öde och karga ökenplanet vi numera känner till. För att få mer kunskap om Mars historia måste ExoMars också ha instrument på planetens yta.

Landningsmodulen Schiaparelli's främsta uppgift är att ge de ryska och europeiska astronomerna praktisk kunskap om landningen på Mars. Landaren samlar in och skickar data om sitt fall genom atmosfären. Många uppdrag har misslyckats med att landa på Mars, så generalrepetitionen ska öka chanserna att lyckas när den ömtåliga robotbilen anländer 2021.

Robotbilens uppdrag är att söka upp välbevarade tecken på organiskt material, som härstammar från Mars ungdom för cirka fyra miljarder år sedan. Astronomerna vet att UV-strålning och så kallad joniserande strålning från bland annat solen över tid förstör molekyler ned på cirka en och en



Landning på Mars kräver städdille

Det krävs stora städinsatser i samband med att skicka en rymdfarkost till en främmande planet. Föroreningar medförda från jorden kan förstöra de vetenskapliga experimenten.

Ingenjörerna är paniskt rädda för att förorena de himlakroppar som de små rymdfarkosterna anländer till. Det gäller i synnerhet för ExoMars, som ska söka efter tecken på liv. I det så kallade renrummet, där ExoMars-landaren Schiaparelli byggdes, är mängden förorenande dammpartiklar och mikrober omkring 10 000 gånger mindre än i de renrum som vanligtvis används vid färdigställandet av rymdfarkoster.

Orsaken är både etisk och vetenskaplig. Biologiska organismer från jorden kan kanske förändra och skada miljön på andra planeter. Forskarna kan alltså inte lita på analyser av prover, som visar sig vara förorenade med material från jorden. Ett FN-fördrag har sedan 1967 gjort det förbjudet att förorena i rymden.

Interplanetarisk förorening är något som rymdorganisationer tar på största allvar och lägger miljoner på att förhindra.

LANDNINGSMODULEN ÄR
10 000
GÅNGER
RENARE ÄN
SINA FÖREGÅNGARE

halv meters djup i Mars yta, på grund av den tunna atmosfären.

Tidigare Marsuppdrag har skrapat högst fem-tio centimeter ned i dammet. Därför är robotbilen försedd med en borr som med ett förlängningsled kan nå två meter ned i berggrunden. Trots att det inte låter så mycket ger det astronomerna helt nya möjligheter att undersöka prover från ett jordlager där strålningen ännu inte har slagit sönder molekylerna.

Borrprovet på totalt cirka tre kubikcentimeter analyseras i robotbilens mobila laboratorium. Tidigare har robotbilarna varmt upp proverna i en liten ugn för att frigge gaser som sedan kunnat analyseras. Men i dag vet forskarna att berggrunden inne-

håller saltet perklorat. Vid uppvärmning bryts saltet ned i just de molekyler som robotbilen försöker hitta. Därför misstänks perklorat ha förstört många analyser på Mars. Av det skälet värmer ExoMars robotbil inte upp proverna, utan skiljer ut provet i mindre beståndsdelar med en laser.

Nu är det astronauternas tur

Rymdsonderna på Mars har under mer än 50 år försett astronomerna med ovärderlig kunskap om den röda planeten. Men erövringen av Mars kan inte göras enbart med robotar och kameror. Därför är nästa steg i

”Operation Mars” att landsätta levande människor på ytan, vilket kan ge utforskningen av planeten en helt ny dimension. Nasa är i full färd med att hitta kandidater till det första bemannade Marsuppdraget, som ska äga rum på 2030-talet. Men den månadslånga resan genom yttre rymden sker med livet som insats.

Rymdens strålning går rakt igenom farkostens väggar och slår sönder dna-molekyler. Kroppens vätskor ökar trycket i huvudet och gör astronauterna blinda. Frånvaron av gravitation pulvriserar skelettet. Rymden är full av osynliga, dödliga hot, som gör det till en enorm utmaning att föra fram astronauterna levande. Det kan du läsa mer om i nästa nummer. □



Res till den röda planeten i en virtuell verklighet

Nasas Marsrymdkapsel har bara plats för sex astronauter och därmed är det bara en på en miljard människor som kan få en biljett till den första resan.

Men du behöver inte vänta på att få lift av Nasa för med virtuell verklighet kan du själv göra resan redan i dag.

SHUTTERSTOCK

Nasa gör virtuell resa helt realistisk

App The Mars 2030 Experience har utvecklats i samarbete med Nasa. Appen är uppbyggd med bilder och data om planetens terräng och atmosfär, som ströware och sonder har samlat in genom åren. Därför är återgivningen av ytan och ljusförhållandena mycket realistiska.

Finns till: Oculus Rift, Google Cardboard, Samsung Gear VR.

Pris: Gratis.

Lansering: Hösten 2016.

Res till Mars genom stjärnportal

App Med Stellar Dive Experience VR kan du teleportera dig till flera av solsystemets kända resmål. Från en bas väljer du en destination och förs därefter dit genom en stjärnportal. Utöver att utforska ytan på Mars kan du till exempel dessutom besöka rymdstationen ISS och månen.

Finns till: Google Cardboard, Samsung Gear VR.

Pris: Gratis.

Lansering: Har släppts.



Mars är bara ett av de resmål i solsystemet som du kan besöka.

Se Mars med Curiositys ögon

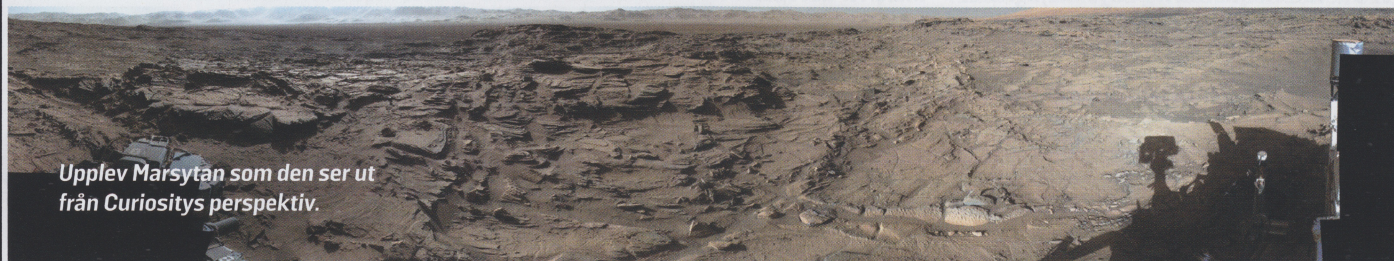
App Namiböknens och Naukluftplatån är några av de destinationer Marsrobotbilen Curiosity har dokumenterat med sin så kallade Mastcam. Det är ett tvådelat kamerasystem som

kan spela in HD-färgvideo 360 grader runt robotbilen. Nasas Jet Propulsion Laboratory har lagt ut filmerna **på YouTube**, så att du kan dela Curiositys utsikt med dina VR-glasögon.

Finns till: Google Cardboard, Samsung Gear VR.

Pris: Gratis.

Lansering: Har släppts.



Upplev Marsytan som den ser ut från Curiositys perspektiv.

Mars blandas med verkligheten

Medan virtual reality-glasögon som Oculus Rift och Google Cardboard transporterar dig till en helt annan värld är Microsoft HoloLens något mer avancerade. HoloLens är så kallade förstärkt verklighets-glasögon, vilket innebär att virtuella element mixas med det rum personen befinner sig i. Nasa och Microsoft har utvecklat **OnSight**, som gör det möjligt för forskarna att se en del av Mars yta medan de arbetar i laboratoriet.

Finns till: Microsoft HoloLens. Kan testas på Kennedy Space Center.

Pris: Inte till salu.

Lansering: 2016.



I Kennedy Space Center kan du uppleva Mars på nära håll med HoloLens-glasögon.

Överlev ensam på Mars

App I filmen The Martian strandar Nasas astronaut Mark Watney på Mars och måste odla sina egna grönsaker för att överleva. I **The Martian VR Experience** kan man testa hur det känns i ett 15 minuter långt spel. I spelet får du

möjlighet att passivt se på medan handlingen utspelas. Du kan också delta aktivt och styra Mark Watney när han till exempel ska plocka potatis eller sätta nya solcellspaneler på Mars-robotbilen med en kran.

Finns till: Oculus Rift, PlayStation VR, HTC Vive, Google Cardboard.

Pris: Okänt.

Lansering: 2016.



Testa din överlevnadsförmåga på Mars och spela huvudrollen i filmen The Martian.

Astronautens utsikt