

## Rovers på Mars

Sedan maj 2021 har det funnits sex framgångsrika robotstyrda Mars-rovers. De första fem från amerikanska NASA Jet Propulsion Laboratory, var efter datum för Mars-landning: Sojourner (1997), Spirit (2004–2010), Opportunity (2004–2018), Curiosity (2012–) och Perseverance (2021–). Den sjätte, som förvaltas av Kinas nationella rymdadministration, är Zhurong (2021–).  
<https://astronomy.com/magazine/news/2023/04/the-many-personalities-of-mars-rovers>  
[Mars rover Zhurong finds evidence of water at red planet's low ...](#)

En Mars Rover är ett motorfordon, som är gjort för att resa runt på Mars yta. Rovers har flera fördelar jämfört med stationära landare. De undersöker större områden, de kan koncentrera sig på intressanta saker, de kan placera sig i soliga lägen för att klara vintermånaderna och de kan öka kunskapen om hur man utför mycket avlägsen robotfordonskontroll. De tjänar ett annat syfte än orbitala rymdfarkoster som Mars Reconnaissance Orbiter. En nyare utveckling är Mars-helikoptern.

De sovjetiska sänderna, Mars 2 och Mars 3, var stationära sonder. Sojourner var beroende av Mars Pathfinders basstation för kommunikation med jorden. Opportunity, Spirit och Curiosity klarade sig på egen hand. Från och med februari 2023 är Curiosity fortfarande aktiv medan Spirit, Opportunity och Sojourner slutförde sina uppdrag innan de tappade kontakten. Den 18 februari 2021 landade Perseverance, den nyaste amerikanska Mars-rovern, framgångsrikt. Den 14 maj 2021 blev Kinas Zhurong den första icke-amerikanska rovern som framgångsrikt opererade på Mars.

De första hjulen på Mars 1997 tillhörde Sojourner-rovern, som var en teknikdemonstrator och en del av NASA:s Mars Pathfinder-uppdrag. Ungefär lika stor som en mikrovågsugn körde Sojourner bara korta sträckor och höll sig alltid inom synhåll från Pathfinder-landaren.



I januari 2004 öppnade två andra rovers sina ögon för första gången på Mars. Deras vetenskapskameror hade en upplösning motsvarande mänsklig syn och placerades i medelhöjd av en persons ögon. Deras robotarmar var längden på en lång

mänsklig arm, med axel-, armbågs- och handleder.

De var identiska tvillingrobotar med samma mål: att söka efter tecken på tidigare vatten i stenar och mineraler. Opportunity hittade omedelbart bevis för forntida vatten medan Spirit sökte i årtal. Nära ekvatorn utforskade Opportunity. Längre söderut var Spirit tvungen att krypa ner för varje kall, mörk marsvinter. När Opportunity fastnade i sanden kämpade den sig fri. När Spirit fastnade i sanden kämpade den och kämpade och sedan kom vintern, och den dog.



Tidigt i sitt uppdrag, redan den 17:e marsdagen, eller sol, gjorde ett problem med rovers flashminne att datorn startade om och om igen hela natten och tömde batteriet. Många trodde att detta skulle vara slutet på Spirit, men ingenjörerna skickade kommandon för att formatera om hela flashminnessystemet, vilket räddade uppdraget.

NASA skickade Spirit till Gusev Crater och förväntade sig att hitta stenar som bildades i en gammal sjö. Istället såg Spirit bara basaltiska stenar gjorda i lavaflöden. Då kördes rovern österut i två år mot en rad kullar vid horisonten.

Längs vägen blev Spirits solpaneler dammiga, vilket blockerade deras tillgång till solen och begränsade rovers kraft. En dammdjävul gjorde en direkt träff på Spirit, men det störde inte rovern eller orsakade någon skada. Istället sopade den Spirits solpaneler rena och återställde rovern till full effekt. Flera gånger under

sitt utökade uppdrag skulle Spirit ha tur med dessa dammdjävlar, det närmaste på Mars till en biltvätt.

När Spirit anlände till Columbia Hills nådde den högsta toppen, men dess högra framhjul slutade svänga. Under resten av sitt uppdrag var Spirit tvungen att köra bakåt, dra sitt döda hjul bakom sig och gräva en dike i smutsen hela vägen. Detta saktade ner saker och ting, men ledde slutligen till en av de mest spännande upptäckterna under uppdraget.

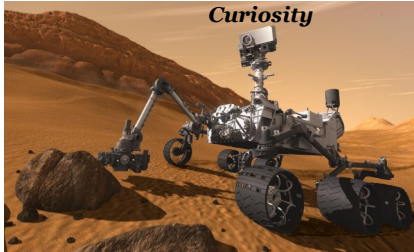
I hjulspåret syntes en ljusgul strimma. Det var sulfater och opalin kiseldioxid, de typer av mineraler som bildas i varma vårmiljöer, den gamla Mars motsvarigheten till Yellowstone National Park.

Opportunity landade i Meridiani Planum 2004. Rovern hamnade i en liten krater bara 22 meter tvärs över, vänd mot en vägg av exponerad, skiktad berggrund. Berggrunden är mycket eftertraktad av Mars upptäcktsresande. Det är planetens exoskelett. Detta var den allra första sedimentära berggrunden, som påträffades på Mars, gjord av sandstenar som bildades i grunt vatten.



Små sfärer av hematit var inbäddade i sandstensskikten. Dessa "blåbär" hade bildats av grundvatten och fälldes ut när vätskan sipprade genom klipporna. Så omedelbart efter landningen upptäcktes två distinkta episoder av vattenaktivitet på forntida Mars.

Opportunity klättrade ut ur Eagle Crater och körde över slätterna till den större, 130 m breda Endurance Crater, som hade ännu fler sandstensskikt exponerade. Sedan kryssade den över till Victoria Crater, 800 meter bred, och slutligen, Endeavour 22 km tvärs över. År 2015 hade Opportunity gjort ett maratonlopp. Toppfarten var cirka 100 m/h, vilket innebär att det tog nästan en timme att köra längden på en fotbollsplan.



Curiosity är med en vikt på nästan 900 kg tyngre än alla tidigare rovers tillsammans. Den drivs av en plutoniumreaktor istället för solpaneler. Dess masthöjd är 2,1 m, armen 2 m lång och instrumenten på tornet väger nära 90 kg. Det är så tungt att på jorden kunde Curiosity inte lyfta sin utsträckta arm av egen kraft. Curiosity är en sann marsian, byggd för att överleva och frodas i den röda planetens låga gravitation. Den har också en inhemsk diet: Curiosity äter Mars stenar till frukost. Den borrar i dem, krossar dem och intar dem. Provanalysen på Mars (SAM) - instrumentet värmer upp bergproverna till hundratals grader och analyserar sedan gaserna de avger. Det kan berätta vad stenarna är gjorda av och om de innehåller organiska molekyler. Curiosity spränger också hål i stenar med en laser på sin kemikamera (ChemCam), som sitter ovanpå masten som ett cyklopöga.

Curiositys landningsplats i Gale Crater låg bredvid Mount Sharp, ett högt berg av sedimentära bergarter. Lerstenarna vid basen bildades under den varmaste, våtaste perioden i Mars historia. All körning under de senaste tio åren har orsakat förödelse på Curiositys hjul, som har strimlats av spetsiga stenar.

Perseverance lägger grunden för att skicka stenar tillbaka till jorden med det stora Mars Sample Return-uppdraget, ett samarbete mellan NASA och ESA som kommer att innehålla en landare och två Ingenuity-liknande helikoptrar. Det är ett föreslaget uppdrag för att samla sten- och dammprover på Mars och återföra dem till jorden. Även om NASA och ESAs planer på att återföra proverna till jorden



fortfarande är i designstadiet har prover redan samlats in på Mars av Perseverance-rovern.

Med sitt häpnadsväckande komplicerade provtagningssystem borrar den bergkärnor, sätter dem i sofistikerade rör och täcker dem med hermetiska tätningar. Planen är att Perseverance ska leverera sina bästa prover till en omloppsbanan runt Mars och möta en rymdfarkost där, som kommer att leverera stenarna till jorden på 2030-talet. Som en säkerhetskopiering kommer den att släppa en mindre cache med prover på en säker plats på golvet i Jezero Crater.

Ingenuity-helikoptern, som liftade till Mars med Perseverance, var den första rymdfarkosten som försökte flyga i atmosfären på en annan planet. Sojourner och Ingenuity har likheter. Båda byggdes som tekniska demonstratorer. Men det finns också vissa skillnader. Sojourners uppdrag hade ett antal vetenskapliga mål, Ingenuitys uppdrag har inga. Att flyga fem gånger var Ingenuitys mål. Ingenuity genomförde sina fem första flygningar med glans och nu har den flugit hela 50 gånger.

Zhurong är en kinesisk rover på Mars, landets första som landade på en annan planet efter att man tidigare landat två rovers på månen. Rovern är en del av Tianwen-1-uppdraget till Mars som utförs av Kinas nationella rymdadministration (CNSA). Farkosten sköts upp den 23 juli 2020 och sattes in i Mars omloppsbanan den 10 februari 2021. Landaren, som bar rovern, utförde en mjuklandning på Mars den 14 maj 2021, vilket gör Kina till det andra landet som framgångsrikt mjuklandat en rymdfarkost på Mars och etablerat stabil kommunikation från ytan efter USA.

Designad för en livslängd på 90 solar (93 jorddagar), har Zhurong varit aktiv i 347 solar (356,5 dagar) sedan dess utplacering på Mars yta. I maj 2022 byttes Zhurong till viloläge för att skydda mot den kommande marsvintern och en annalkande stor sandstorm med ett förväntat uppvaknandedatum den 26 decem-

ber 2022.

I januari 2023 rapporterade emellertid South China Morning Post att CNSA-forskare inte fick någon signal från rovern. Den 21 februari 2023 bekräftade Mars Reconnaissance Orbiter att rovern inte ändrade sin position efter viloläget mellan september 2022 och februari 2023.

Det spekulerades i den vetenskapliga tidskriften Nature att dammstormar minskade solstrålningen på Mars yta och täckte solpanelerna, vilket ledde till otillräcklig energi för att starta om den soldrivna rovern. Den är utrustad med vänderbara fjärilsliknande solpaneler för att ta bort ackumulerat damm och skräp, men rengöringsfunktionen kräver att den är i drift först. Rovern bär inte en radioisotopvärmeeinheit, och uppvärmning tillhandahålls istället av den kemiska föreningen n-undekan för att lagra energi.



Zhurong kan möjligen starta om virvelvindar rengör solpanelerna och solstrålningen stiger under den kommande mars-sommaren. Medan den var aktiv hann den ändå med att ge viktiga observationsbevis på flytande vatten på Mars.

Framöver kommer ESA att skicka sin Rosalind Franklin-rover till Mars 2028 för det mest ambitiösa livssökande uppdraget hittills. Det är en planerad robotiserad Mars rover, en del av det internationella ExoMars-programmet, som leds av ESA och ryska Roscosmos State Corporation. Den ryska invasionen av Ukraina 2022 har orsakat en obestämd försening av programmet och uppskjutningen förväntas inte ske före 2028 på grund av behovet av en ny icke-rysk landningsplattform.

Och sedan finns som sagt det stora Mars Sample Return-uppdraget planerat att anlända 2028 och återvända till jorden på 2030-talet.