

NASA og romutforskning

Apollo, romteleskoper, Mars-rovere og fremtidens romfart

KM7 – Verdensrommet

■ Kode under press – Margaret Hamilton og månelandingen

17. juli 1969, fire minutter før Apollo 11 skulle lande på månen, begynte datamaskinene ombord å vise alarmkoder: 1202 og 1201. Mission Control i Houston holdt pusten. Skulle de avbryte? En ung ingeniør, Jack Garman, hadde nylig skrevet ned hva alle alarmkodene betyr – på eget initiativ. 1202 betyr 'overbelastet, men fullfører prioriterte oppgaver'. Landingen fortsatte.

Programvaren var skrevet av Margaret Hamilton og hennes team ved MIT. Hamilton hadde insistert på å inkludere feilhåndtering selv om NASA-ledelsen mente det var unødvendig. Uten Hamiltons 'defensive programming' ville Apollo 11 ikke ha landet. Hun mottok Presidential Medal of Freedom i 2016 – den høyeste sivile utmerkelse i USA.

NASA – historien og oppdraget

NASA (National Aeronautics and Space Administration) ble grunnlagt 1. oktober 1958 som svar på Sputnik-sjokket – Sovjetunionens oppskyting av verdens første satellitt i 1957. Det amerikanske svaret var ikke bare teknologisk, men ideologisk: å vinne romkappløpet mot Sovjet under den kalde krigen.

NASAs formål er ifølge den originale loven å utforske rommet for fredens skyld, til gagn for hele menneskeheten. I praksis har NASA ledet bemannede månemisjoner, ubemannede utforskning av solsystemet, vitenskapelig forskning fra romstasjoner og utvikling av teknologi som har funnet veien tilbake til hverdagen vår.

Tabell 1: NASAs viktigste milepæler

Milepæl	År	Hva skjedde
Første NASA-satellitt	1958	Explorer 1 oppdaget Jordens strålebelte
Første amerikaner i rommet	1961	Alan Shepard – 15 minutters suborbitalt oppdrag
Første månelanding	1969	Apollo 11: Armstrong og Aldrin på månen
Siste månelanding	1972	Apollo 17 – foreløpig siste gang mennesker var på månen

Milepæl	År	Hva skjedde
Mars-rover	1997	Sojourner – første vellykkede Mars-rover
ISS permanent bemannet	2000	Internasjonal romstasjon bemannet sammenhengende siden
Curiosity rover, Mars	2012	Rover bekrefter at Mars hadde flytende vann
James Webb-teleskop	2022	Skarpeste bilder av universet noensinne
Artemis I	2022	Første test av ny månerokett (uten mannskap)

Apolloprogrammet – hvordan vi kom til månen

Apolloprogrammet (1961–1972) er fortsatt det mest ambisiøse vitenskapelige og teknologiske prosjektet i menneskenes historie. President Kennedy utfordret nasjonen i 1961: å lande et menneske på månen og bringe det trygt tilbake til Jorda før tiåret var omme. På det tidspunktet hadde USA kun hatt ett menneske i rommet i 15 minutter.

Saturn V-raketten som brukes var 111 meter høy – omtrent som en 36-etasjers bygning – og den kraftigste maskinen mennesker noensinne har bygget. Den genererte 34 millioner Newton skyvekraft, tilsvarende 130 jumbo-jets. Drivstoffet (flytende hydrogen og oksygen) veide mer enn selve raketten tom.

■ Apollo 13 – katastrofen som ble en triumf

'Houston, we've had a problem.' 13. april 1970, 330 000 km fra Jorda, eksploderte en oksygentank på Apollo 13. Misjonen – den tredje månelandingen – måtte avlyses. De tre astronautene (Lovell, Swigert, Haise) brukte månefarkosten Aquarius som livbåt: den var designet for to i to dager og måtte nå bære tre i fire dager.

Mission Control i Houston arbeidet intenst med å finne løsninger. Det kritiske problemet: CO₂-filtrene i Aquarius var fyrkantede, men de reservefiltrene astronautene hadde var runde – 'du kan ikke stikke en firkantet pinne i et rundt hull'.

Ingeniørene brukte deler tilgjengelig i romfartøyet – plastposer, deksel fra en manual, slanger – og konstruerte en adapter. Astronautene kom trygt hjem. Apollo 13 kalles NASAs 'vellykkede fiasko'.

Romteleskoper – vindu mot universet

Fra Jorda forstyrres observasjoner av atmosfæren: luft absorberer mye av det infrarøde og ultraviolette lyset fra stjerner og galakser, og atmosfærisk turbulens gjør bildene uskarpe

(twinkling). Romteleskoper over atmosfæren ser universet klart og i bølgelengder som ikke når Jordens overflate.

Hubble-romteleskopet

Hubble ble skutt opp i 1990, men den første bildeserien var uskarpe – speilet var slipt 2,2 mikrometer feil (tykkere enn et hår). I 1993 utførte astronauter på romfergen Endeavour en reparasjonsmisjon i rommet og installerte korrektive optikker. Siden da har Hubble levert noen av de viktigste astronomiske bildene noensinne – inkludert Hubble Deep Field som viser over 3000 galakser på et bilde av et tilsynelatende tomt område av himmelen.

James Webb-romteleskopet (JWST)

JWST ble skutt opp 25. desember 2021 og er Hubbles arvtaker – men enormt mye kraftigere. Speilet er 6,5 meter i diameter (mot Hubbles 2,4 m) og ser i infrarødt lys, som lar det se gjennom støvskyer og oppdage de eldste galaksene i universet fra kun 300 millioner år etter Big Bang. Det opererer ved -233°C (40 grader over absolutt nullpunkt) for å redusere støy fra varme. JWST kan oppdage varmesignaturet fra en veps på Månen fra Jordens overflate.

Tabell 2: NASAs store romteleskoper

Teleskop	Bølgelengde	Sjøsatt	Størrelse på speil	Viktige oppdagelser
Hubble (HST)	UV, synlig, nær-IR	1990	2,4 m	Universets ekspansjonsrate, Hubble Deep Field
Spitzer (SST)	Infrarød	2003	0,85 m	Exoplaneter, stjerneformasjon
Chandra	Røntgen	1999	1,2 m	Svarte hull, nøytronstjerner
James Webb (JWST)	Infrarød	2021	6,5 m	Eldste galakser, exoplanetatmosfærer

Marsutforskning

Mars er det best utforskede planeten utenom Jorda. Siden 1965 (Mariner 4) har NASA sendt over 20 vellykkede oppdrag. I dag er Curiosity-roveren (landet 2012) og Perseverance-roveren (landet 2021) aktive på overflaten, mens tre banefarkoyer sirkler planeten.

Perseverance har et spesielt oppdrag: å samle inn bergartsprøver som en fremtidig opphentingsmisjon skal bringe tilbake til Jorda. Roveren har også testet oksygenproduksjon fra Marsen CO₂-atmosfære (MOXIE-eksperimentet) – en nøkkelteknologi for fremtidige menneskede oppdrag. Ingenuity-helikopteret, som fulgte med Perseverance, gjennomførte den første motoriserte flyging på et annet himmellegeme.

■ Teknologi fra romfart vi bruker i hverdagen

Minneskum: utviklet av NASA for å beskytte astronauter mot G-krefter

Skrapenfast stekepanne: teflon-belegg perfektionert i romfartsprogrammet

Støvsuger: teknologi fra måneroverkjøringsverktøy

CAT-skanning: bildebehandlingsalgoritmer utviklet for månefotografering

GPS: nøyaktig tidsmåling som ble utviklet for satellittnavigasjon

Vannfilter: avansert filtrering fra livsoppretholdelses-systemer på ISS

Solcellepaneler: effektivitetsforbedringer drevet av romfartsprogrammet

Artemisprogrammet – tilbake til månen

NASAs Artemis-program har som mål å lande den første kvinnen og den første fargede personen på månen, og å etablere en bærekraftig tilstedeværelse. Artemis I (2022) var en vellykket ubemennet testflyging av SLS-raketten og Orion-kapselen rundt månen. Artemis III er planlagt til å lande astronauter på månens sørpol, der det kan finnes is i permanente skyggelagte kratere – en avgjørende ressurs for fremtidige baser.

■ Forsøk 1: Simuler rakettfremdriv – vannraketten

Mål: Demonstrere Newtons tredje lov og rakettfremdriv med trykkvann.

Utstyr: Plastflaske (1,5L), kork med hull, pumpe med nål, vann, startrampe (stativ).

Fremgangsmåte:

→ Fyll flasken halvfull med vann. Sett i korken med pumpenålen.

→ Vend flasken opp ned på startrampen (holdes på plass av en slipperist).

→ Pump luft inn til ca. 5 bar (forsiktig – ikke overtrykk).

→ Slipp – observer høyde og avstand.

→ Test med ulike vannmengder (25%, 50%, 75% full). Hvilken gir høyest bane?

Forventet resultat: Ca. 1/3 vann gir typisk best resultat. Vann kaster ut i massestrøm; luft gir trykket. Newton 3: aksjon-reaksjon.

■ Forsøk 2: Jordas atmosfærisk optisk fenomen – stjernetitting

Mål: Forstå hvorfor romteleskoper er nødvendige ved å se atmosfærisk forstyrrelse.

Utstyr: Laser eller sterk lommelykt, speil, mørkt rom, vann og varme.

Fremgangsmåte:

- I et mørkt rom, hold et speil og lysskinn det laser/lommelykt mot en vegg.
- Varm opp luften over et stearinlys nær lysveien (ikke i veien for lyset).
- Observer hva som skjer med lysflekken på veggen.
- Hell varmt vann i et mørkt glass og se en fjern lyskilde gjennom det.
- Diskuter: hva er 'seeing' i astronomi, og hvorfor er Hubble skarpere enn bakketeleskoper?

Forventet resultat: Varm luft bryter lyset og får bildet til å skalv – dette er atmosfærisk forstyrrelse som romteleskoper unngår.

■ Forsøk 3: Beregn banen til ISS

Mål: Bruke matematikk til å forstå satellittbaner og orbitalmekkanikk.

Utstyr: Kalkulator, internett for sanntidsdata (heavens-above.com eller NASA Spot the Station).

Fremgangsmåte:

- Finn ISS nåværende høyde og hastighet på nasa.gov/international-space-station.
- Bruk formelen for sirkelbane: $v = \sqrt{G \cdot M / r}$ eller bruk kjent $v = 7,66 \text{ km/s}$.
- Beregn omløpstiden: $T = 2 \cdot \pi \cdot r / v$. $r = 6371 + 408 \text{ km}$ (Jordens radius + høyde).
- Finn neste tidspunkt ISS er synlig fra din by på heavens-above.com.
- Gå ut og observer ISS (ser ut som et raskt bevegende stjernepunkt).

Forventet resultat: ISS gjør ett omløp på ca. 92 minutter og reiser 7,66 km/s. Du kan se den med det blotte øye ved soloppgang/-nedgang.

■ Oppgaver

■ Oppgave 1 (basis)

Hva er NASA og når ble det grunnlagt? Hva var den politiske bakgrunnen for å opprette NASA?

■ Oppgave 2 (basis)

Forklar hva Saturn V-raketten er og hvorfor Apollo-misjonen trenger en så stor rakett.

■ Oppgave 3 (basis)

Hva er Hubble-romteleskopet, og hva var feilen som ble oppdaget etter oppskyting? Hvordan ble det løst?

■ Oppgave 4 (middels)

Apollo 13 ble kalt en vellykket fiasko. Forklar hva som gikk galt og hva som ble gjort for å redde astronautene. Hva lærte NASA av hendelsen?

■ Oppgave 5 (middels)

Sammenlign Hubble og James Webb-romteleskopet. Hva kan JWST se som Hubble ikke kan, og hva er grunnen til dette?

■ Oppgave 6 (middels)

Margaret Hamilton er kreditert for å ha oppfunnet begrepet software engineering. Forklar hennes bidrag til Apollo-programmet og diskuter: hvorfor er programvare like viktig som hardware i romfart?

■ Oppgave 7 (avansert)

Artemis-programmet skal etablere en permanent månebasis. Beskriv tre teknologiske utfordringer som må løses, og diskuter hvilken ressurs på månens sørpol som er avgjørende for en permanent base og hvorfor.

■ Oppgave 8 (avansert)

NASA har oppdaget bevis for at Mars hadde flytende vann for milliarder av år siden. Diskuter: hva slags bevis finnes for dette, og hva betyr det for spørsmålet om liv på Mars – nåtidig og fortid?

■ Oppsummering

Viktige punkter fra dette kapitlet:

- NASA ble grunnlagt 1958 som svar på Sputnik og romkappløpet med Sovjet.
- Apollo 11 (1969): første menneskede månelanding. Saturn V: kraftigste maskin mennesker har bygget.
- Romteleskoper (Hubble, JWST) ser universet uten atmosfærisk forstyrrelse i bølgelengder vi ikke ser.
- JWST (2021): 6,5m speil, infrarød, ser galakser fra 300 millioner år etter Big Bang.
- Mars: Curiosity og Perseverance-roverne. Perseverance samler prøver for fremtidig henting.
- Romfartsteknologi i hverdagen: minneskum, GPS, teflon, solcelleoptimalisering.
- Artemis-programmet: mål om permanent månebasis og Mars på 2030-tallet.