

2024-2

# ROMFART

[www.facebook.com/romfart](https://www.facebook.com/romfart)

[www.romfart.no](https://www.romfart.no)

**Delta IV  
Heavy**

**Starship  
IFT-4**

**Starliner CFT**

Kritikk av  
**Artemis**

Del 2:  
**Dream  
Chaser**



# INNHold

## Leder

### Astronauter og heltestatus

I Romfart nr. 4 - 2023 skrev jeg litt om en legende i Apollo-programmet, Frank Borman, som gikk bort i november 2023, 95 år gammel. Så langt i 2024 er det fire legender (som har landet på Månen) igjen: Buzz Aldrin (93 år), David Scott (91 år), Charles Duke (88 år) og Harrison Schmitt (88 år). Thomas Stafford, også en legende fra Apollo-programmet, døde i mars, 93 år gammel. Se mer om Thomas Stafford i Aktuelt-seksjonen.

Alle astronautene, fra Mercury, Gemini og Apollo, satset livet sitt for at USA skulle nå det store målet; landing på Månen. Disse var romalderens helter for mange mennesker rundt om i verden. Nå, i 2020-årene, er det Artemis-programmet som gjelder for å komme tilbake til Månen.

Astronauter i dag utfører forskjellig type arbeid for sitt land om bord i Den internasjonale romstasjonen (ISS), men mange astronauter trener også for kommende oppdrag til kommersielle ferder. Spørsmålet mitt i denne sammenheng er om den vanlige kvinne og mann vil ha den samme entusiasmen for romferder som Apollo-generasjonen hadde for måneprogrammet på 1960- og 1970-tallet. Når Artemis 2 blir sendt opp en gang i 2025 (?), vil det være fire astronauter om bord i romkapselen Orion. De skal ut på en 10 dagers ferd som kulminerer i en passering rundt Månen. Sannsynligheten for at de kommer tilbake som helter tror jeg er liten.

Om ikke en helt lik ferd; målet var omtrent det samme for de tre astronautene i Apollo 8 i 1968. De fikk den gang en reise på totalt seks dager, og var helter da de kom tilbake. Artemis 3 har likheter med Apollo 8, men ferden gir dem neppe samme status når de er tilbake.

Dagens astronauter er alle profesjonelle innenfor sitt fag, har fysikken som skal til, enten det er for en ferd til ISS, eller tatt ut til Artemis-programmet. Antall astronauter vil øke med tiden, og vil da «bare være astronauter» for allmenheten.

Men fremtiden er ikke bare Artemis. Romstasjoner for forskning og utvikling i lav jordbane, og i månebane – Gateway, trenger astronauter for drift, vedlikehold, og forskning. Så hva er svaret på spørsmålet? Vil Artemis-generasjonen gi sine astronauter samme heltestatus ved en månelanding som under Apollo-tiden? Mitt svar: Sannsynligvis ikke.

God sommer.

*Per Arne Marthinsen*



Heltene fra Apollo 11 under paraden i Chicago i 1969: Neil A. Armstrong, Michael Collins og Edwin E. Aldrin jr.



### Utgiver:

Norsk Astronautisk Forening  
Postboks 52 Blindern, 0313 Oslo

### Årgang: 54

Nr. 211 (Nr. 2024-2)

### Redaksjon:

Redaksjonskomité: Øyvind Gulbrandsen,  
Jan Petter Løberg, Ragnar Thorbjørnsen  
Redaksjonsmedarbeidere: Per Arne Marthinsen,  
Per Olav Sanner

### Telefon:

948 78 168

### E-post:

naf@romfart.no  
redaksjonen@romfart.no

### Nettside:

www.romfart.no

### Kontonr.:

9235.15.91406

### Org.nr.:

979.960.875

### Design & layout:

Maria Hammerstrøm

### Trykk:

Bedriftstrykkeriet AS

### Utgivelsesfrekvens:

Fire nummer per år

### Opplag:

505

### ISSN:

1502-5276

### Abonnement:

Abonnement på Romfart følger med medlemskap i Norsk Astronautisk Forening, noe som også inkluderer nyhetsmeldingene eRomfart (per e-post) og innbydelse til foreningens møter, foredrag, arrangementer og ekskursionsjoner. Personlige medlemmer: kr. 300,- per år. Gruppemedlemmer (info i tre eks.): kr. 500,-

### Annonsering

A6: kr. 250, A5: kr. 500, A4 (helside): kr. 1000

Prisene er i fargetrykk.

Annonsering i flere utgaver: kontakt redaksjonen

Annonseansvarlig: Per Arne Marthinsen

### Opphavsrett:

Artikler, innlegg og bilder kan gjengis kun etter skriftlig tillatelse fra redaktøren og/eller artikkelforfatteren/fotografen. Artikler og innlegg uttrykker forfatterens personlige meninger, og er ikke nødvendigvis å oppfatte som redaksjonens eller foreningens. Dersom artikler fra bladet blir helt eller delvis gjengitt, eller de blir brukt som kildemateriale, må følgende retningslinjer følges:

1) Gjengitt fra kilde: Romfart nr. xx, publikasjonsår, artikkelens tittel, artikkelforfatteren(e)s navn, «Utgitt av Norsk Astronautisk Forening».

2) To eksemplarer (evt. kopier) av publikasjoner skal sendes redaksjonen.



**4** Endelig første oppskyting for CST-100 Starliner

### Aktuelt

CST-100 Starliner	<b>4</b>
Thomas Stafford	<b>7</b>
Ariane 6	<b>7</b>
Fjerde testferd for Super Heavy/Starship	<b>8</b>



**16** Veien videre for Artemis-programmet

### Bemannet romfart

Kritikk av Artemis-programmet	<b>12</b>
NASAs Artemis IV: Bygging av den første romstasjonen i rommet nær Månen	<b>16</b>
Oppdrag i kø for ESAs nye astronauter	<b>20</b>
Asiatiske astronauter del 3: Kina og Japan	<b>26</b>



**38** Jakten på asteroider

### Ubemannet romfart

Dream Chaser – del 2: Sammenstilling og ferdsimulering	<b>32</b>
Space Rider	<b>36</b>
Hubble på asteroidejakt!	<b>38</b>

← **ENDELIG:** Boeing sin CST-100 Starliner kom endelig av gårde til Den internasjonale romstasjonen (ISS) 6. juni, da første gang med astronauter – Crew Flight Test (CFT). (Foto: Boeing/Joey Jetton)



# CST-100 Starliner

Per Arne Marthinsen

Den 4. mai hadde bæreraketten Atlas V fått Boeings bemannede romfartøy CST-100 Starliner montert på toppen, og ble rullet ut til Oppskytingsplattform 41 ved Cape Canaveral Space Force Station i Florida. Dette uten rapporterte tekniske problemer.

Oppskytingen skulle markere den 100. ferden med Atlas V, som hadde sin debut i 2002. Denne første bemannede ferden, kalt Crew Flight Test (CFT), markerer også at det er første gang bæreraketten sender astronauter ut i rommet.

Det er gjort noen endringer på raketten for tilpasning til en bemannet ferd. Dette inkluderte blant annet montering av et sikkerhetssystem som monitorerer bærerakettenes systemer for å kunne sende informasjon til Starliner slik at den kan trigge system for å kunne avbryte oppskytingen (abort) skulle det oppstå problemer med bæreraketten.

Den 6. mai kl. 22:34 lokal tid, norsk tid 04:34 7. mai, skulle det skje. Astronautene

Sunita «Suni» Williams og Barry «Butch» Wilmore, respektiv Crew Flight Test Pilot og Commander, satt allerede fastspent i sine seter og klare for å bli sendt opp til Den internasjonale romstasjonen (ISS). Men, omtrent to timer før oppskytingen, fikk astronautene informasjon om at ferden ble utsatt etter at ferd-teamet oppdaget oscilering i en oksygenventil i bærerakettenes øvre trinn, Centaur, som regulerer trykket på det flytende oksygenet. Hensikten med Centaur-trinnet er at det skal sende Starliner videre ut i bane etter at 1. trinn har gjort sitt. Mannskapet om bord i Starliner var i dette tilfellet aldri i fare.

Den 8. mai ble det bestemt at ferden i første omgang forskyves til ikke tidligere enn 10. mai. Men det målet endret seg raskt. United Launch Alliance (ULA), Boeing-Lockheed Martin, som er felles ansvarlig for bæreraketten, bestemte at 10. mai ikke var mulig, da ventilen måtte skiftes ut, og for å få dette gjort ble stacken kjørt tilbake til monteringsbygningen.

Den nye ventilen var på plass 11. mai. Da ble det bestemt at oppskytingen tidligst ville skje 17. mai.

Den 14. mai kom enda en forsinkelse. Denne gangen gjaldt det Starliner. Der ble det oppdaget en liten heliumlekkasje i servicemodulen. Lekkasken ble funnet i en flens på et enkelt kontrollsystem til en skyvkraftmotor. Helium blir brukt i skyvkraftmotorer, og er hverken brennbart eller giftig.

En uttalelse gjort av astronautene før det første forsøket 6. mai, var at tidligere problemer var løst, men; «mye kan hende en helt ny romkapsel under de dagene ferden varer».

Riktignok ble denne heliumlekkasken oppdaget allerede under nedtellingen, men ble ikke ansett som et problem for oppskytingen. Derfor ble den heller ikke nevnt under presseinformasjonen samme dag.

Det er en serie med skyvkraftmotorer innenfor fire kamre på utsiden av servicemodulen som kalles hundehusene, eller «doghouses».



↑ **HØYTSVEVENDE:** Bildet er tatt fra Den internasjonale romstasjonen (ISS) mens CST-100 Starliner svedde høyt over Sør-Stillehavet 6. juni på vei inn til ISS. (Foto: NASA)

Som en del av lekkasjetesten skulle Boeing regulere drivstoffsystemet opp til sitt maksimale trykk. Dette på samme måte som det blir gjort før en oppskyting, for deretter å utløse heliumsystemet på en naturlig måte. Dette for å validere eksisterende data, og ut av det forsterke flensen som var årsaken til lekkasjen. Denne hendelsen gjorde at oppskytingen ble utsatt til 21. mai. Ikke lenge etter ble den forskjøvet frem til 25. mai

Allerede 22. mai, etter et teknisk møte over to dager, ble det vurdert om det var fornuftig å sette en ny dato for oppskyting. Det skulle fremdeles være et stykke arbeid igjen innenfor dette området som måtte gjøres, og derfor ble det ikke satt en ny dato.

Den 23. mai annonserte derimot NASA og Boeing at oppskyting muligens kan bli gjennomført den 1. juni. Men her, som tidligere, er det alternativer. Denne gangen var alternativene satt til enten 2., 5. eller 6. juni.

Dagen etter informerte NASA og Boeing at de var fortrolig med at Starliner kan sendes opp til ISS den 1. juni.

Alle testene som er beskrevet tidligere i artikkelen har overbevist både NASA og Boeing om at den lille heliumlekkasjen ikke vil være til bekymring. Selv om lekkasjen skulle øke 100 ganger mer en det som

er observert, vil Starliner få en sikker ferd. Boeing mener at dersom de tar feil, så kan de tåle opptil fire nye lekkasjer.

#### Kort tilbakeblikk

Astronautene om bord Starliner er begge marine-trente testpiloter, og romprogram-veteraner. De har begge vært to ganger om bord ISS, én gang i en romferge, og om bord i det russiske Sojuz-fartøyet. Deres oppgave under ferden vil være å kontrollere at alt fungerer i de forskjellige fasene under ferden, samt manuell styring av Starliner for å teste hva romskipet er i stand til.

Romskipet har et oppholdsrom som kan sammenlignes med en SUV, og vil være tilkoblet ISS i en ukes tid før det vender tilbake til Jorden. Det vil lande i den vestre delen av USA.

En vellykket oppskyting vil hjelpe mot den bitre smaken som ligger bak et antall tilbakeslag i Starliner-programmet.

I 2019, under den første ubemannede ferden, mente to defekte data-programmer at Starliner ikke var plassert i den rette banen, og romskipet måtte returnere uten å nå ISS. Dette kunne ha resultert i kollisjon mellom ISS og Starliner, men bakkekontrollen hindret tap av romfartøy. I ettertid klandret NASA Boeing for ikke å

**«En vellykket oppskyting vil hjelpe mot den bitre smaken som ligger bak et antall tilbakeslag i Starliner-programmet.»**

ha tilstrekkelig sikkerhetssjekk.

I 2021, hvor neste ubemannede Starliner var klar for en ny ferd, oppsto det blokkering av ventiler i Starliner. Igjen en forsinkelse.

I mai 2022 nådde Starliner ISS, denne gangen også ubemannet. Da kom andre problemer frem i lyset, som inkluderte hovedfallskjermene og snorene, isolasjonstape i kabinen som viste seg å være brennbar, og måtte byttes ut. Dette skapte enda en forsinkelse.

Begge de ubemannede ferdene ble avsluttet med landing i New Mexico.

1. juni, og endelig oppskyting, trodde man: Denne gangen var det hverken Atlas V eller Starliner som var problemet, men én av tre datamaskiner på bak- →



↑ **VELKOMST:** Medlemmer av ekspedisjon 71 poserer sammen med Sunita Williams, nederst til venstre, og Buch Wilmore, nederst til høyre, rett etter at de kom om bord ISS. (Foto: NASA)

## «Boeing trenger godkjenning av NASA for den første operasjonelle ferden med Starliner. Den ferden er planlagt til tidlig i 2025.»

ken var ikke synkron med de to andre. Det skjedde tre minutter og 50 sekunder før den planlagte oppskytingen kl. 12:25 lokal tid.

Fordi Starliner denne gangen hadde et oppskytingsvindu som var momentant, måtte oppskytingen avlyses.

### Fire år forsinket

Den 5. juni kom endelig Starliner av gårde uten problemer fra Cape Canaveral Space Force Station, Oppskytingsplattform 41, kl. 16:52 norsk tid.

Starliner koblet seg automatisk til den fremre delen av modulen Harmony den 6. juni kl. 19:34 norsk tid, på det andre for-

søket. Grunnen til at det ikke gikk på første forsøk var problemer med skyvkraftmotorene. Ikke mindre enn fem av disse gikk offline under de forskjellige fasene på veien mot ISS.

Kontrollen om bord i ISS holdt Starliner utenfor den 200-meter «keep out sphere», eller en imaginær grense til ISS, mens de ventet på at skyvkraftmotorene igjen ble aktive. Boeing greide å få fire av fem skyvkraftmotorer til å virke, noe som gjorde at de kunne fortsette sammenkoblingen. Dette er det samme problemet de hadde under Orbital Flight Test 2 i mai 2022.

Sent 5. juni informerte Boeing og NASA om at det ble oppdaget to nye heliumlekkasjer i Starliners drivstoffsystem. Dette var ikke de samme som gjorde at 6. mai-oppskytingen ble stoppet. Selv etter sammenkoblingen fant de den fjerde heliumlekkasjen, riktignok mindre enn de andre tre. Dermed har Boeing to problemer; heliumlekkasjen og hvorfor skyvkraftmotorene går offline. Selv med lekkasje skal det være nok helium om bord til å komme tilbake til Jorden.

### Starliner-1

Nå ble det en del problemer underveis, og da står det igjen om problemene kan løses raskt når Starliner er tilbake.

Boeing trenger godkjenning av NASA for den første operasjonelle ferden med

Starliner. Den ferden er planlagt til tidlig i 2025, og astronautene skal ha et opphold på seks måneder.

De første astronautene til denne ferden vil være NASA-astronautene Scott Tingle og Mike Fincke, sammen med den canadiske astronauten Joshua Kutryk.

Boeing har kontrakt for seks rotasjonsferder fram til 2030, da ISS går i pensjon.

Etter flere år med venting vil NASA nå etter hvert få det programmet de ønsket. To helt forskjellige romfartøy med forskjellige prosedyrer, og grupper, til å kunne støtte respektive system.

Det å ha en backup dersom noe skulle skje med et av romfartøylene er viktig for sikkerheten, og andre hendelser.

Går vi tilbake til 2011 da romfergeprogrammet ble avsluttet, var det bare én måte for NASA å komme til ISS, Russlands Sojuz-fartøy. NASA var da nesten 10 år uten et eget bemannet romfartøy for å komme til ISS.

Framtiden for NASA er at SpaceX og Boeing skal dele ferden seg i mellom gjennom året, med mannskapsrotasjon hver sjette måned.

Boeing ligger nå fire år etter SpaceX med sin Crew Dragon som hadde sin første bemannede ferd i 2020, og har i løpet av disse årene gjennomført 13 ferder, hvor 12 er gått til ISS, og fraktet 50 personer, inkludert åtte rotasjonsferder. ●

# Thomas Stafford

Per Arne Marthinsen

**T**idligere NASA-astronaut Thomas Stafford gikk bort den 18. mars 2024, 93 år gammel. Han var i den andre gruppen av astronauter som ble valgt ut av NASA – i september 1962. Tidligere hadde han vært offiser i U.S. Air Force og test-pilot.

I desember 1965 ble han sendt ut i bane med Gemini VI sammen med astronauten Walter Schirra for å gjennomføre det første orbitale møte i rommet med et annet romfartøy, Gemini VII. Astronautene her var Frank Borman og Jim Lovell. De gjennomførte en 14-dagers ferd der hovedformålet var å demonstrere at mennesker kan oppholde seg i rommet over et lengre tidsrom enn noen få dager.

I juni 1966 ledet Stafford den tre dager lange Gemini IX-ferden sammen med Gene Cernan, der oppdraget var å demonstrere møte- og sammenkoblings-prosedyrer for framtidige Apollo-ferder.

I mai 1969 var Stafford leder på Apollo 10-ferden, sammen med John Young og Gene Cernan.

Denne åtte dager lange ferden tok dem inn i bane rundt Månen, hvor Stafford og Cernan gikk inn i månelanderen og styrte seg ned til 14,4 km over måneoverflaten før de igjen vendte tilbake til Apollo 10, og Young, for så å reise tilbake til Jorden.

Stafford ble senere NASAs sjefs-astronaut og stedfortredende direktør til Flight Crew Operations ved NASAs Johnson

Space Flight Center før han ble sendt ut i rommet på sin fjerde og siste ferd. Det var den ni dager lange ferden kalt Apollo Soyuz Test Project (ASTP), som gjennomførte en sammenkobling med det sovjetiske romfartøyet Sojuz i jordbane i juli 1975. En historisk hendelse hvor sovjetiske og amerikanske astronauter kom sammen for første gang. Hendelsen var med på å gjøre slutt på den kalde krigen.

Det som fulgte etter denne begivenheten var at Stafford sluttet i NASA og gikk tilbake til luftforsvaret som brigadegeneral og ble sjef for Edwards AFB i California.

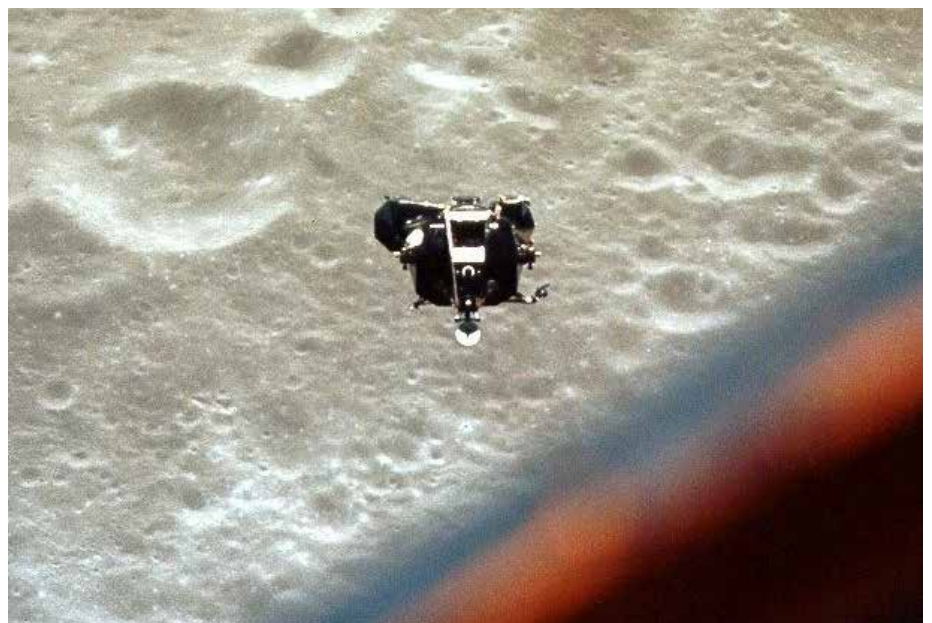
Han pensjonerte seg fra det militære i 1979.

Senere ledet han en uavhengig konsulentgruppe for å iverksette president George H. W. Bush sitt romprogram, Space Exploration Initiative, som ble presentert under 20-årsdagen for Apollo 11 i



1989. Det skulle være et steg for å sende astronauter tilbake til Månen, for å bli, for så siden å kunne reise til Mars.

Stafford logget til sammen 507 timer i rommet. ●



*Apollo 10's månelander, Snoopy, nærmer seg kommando- og serviceseksjonen Charlie Brown for sammenkobling.*



## Ariane 6

ESA har kunngjort at første oppskyting av Ariane 6 skal finne sted den 9. juli. Siden dette er den første oppskytingen, består nyttelasten av flere mini-satellitter, som utviklerne ikke trenger å betale for å få fraktet opp i rommet. En av disse satellittene (YPSat) er utviklet gjennom et eget program for nyutdannede. Tre av de unge nyutdannede som er med på å utvikle

YPSAT er norske. (YP står for Young Professionals.) Denne lille satellitten skal ta bilder fra innsiden av bæreraketten under oppskyting og når øvrig nyttelast blir satt fri fra bæreraketten. YPSat skal også ta bilder av Jorden, før den brenner opp i atmosfæren, på samme måte som resten av det øvre trinnet til Ariane 6.

*Ragnar Thorbjørnsen*



# Fjerde testferd for Super Heavy/Starship

Øyvind Gulbrandsen

↑ **KLAR... FERDIG ...:**

Starten av IFT-4, med Booster 11/Ship 29 på IFT-4 fant sted på Boca Chica i Texas den 6. juni 2024 kl. 16:50 norsk sommertid.

**M**an kan trygt si at den fjerde testferden med SpaceX' enorme, 121 meter høye bærerakett/romfartøy Super Heavy/Starship ble den mest vellykkede så langt i dette ytterst ambisiøse programmet. Romfartøyet foretok som planlagt litt over en halv runde rundt Jorden, og både førstetrinnet Super Heavy og romfartøyet Starship gjennomførte de viktigste formålene med testen, at hver av dem skulle myklende i havet.

Testferden var mer fokusert denne gang enn på IFT-3 (Integrated Flight Test), som fant sted den 14. mars 2024. Da hadde man på programmet også åpning og lukking av Starships lasteromdør, overføring av drivstoff mellom tanker internt i romfartøyet, samt restart av en Raptor-motor i rommet. De to første tingene ble vellykket utført, men motorrestarten ble automatisk droppet for ikke å

sende romfartøyet på vidvanke ettersom stillingkontrollen hadde sviktet i rommet.

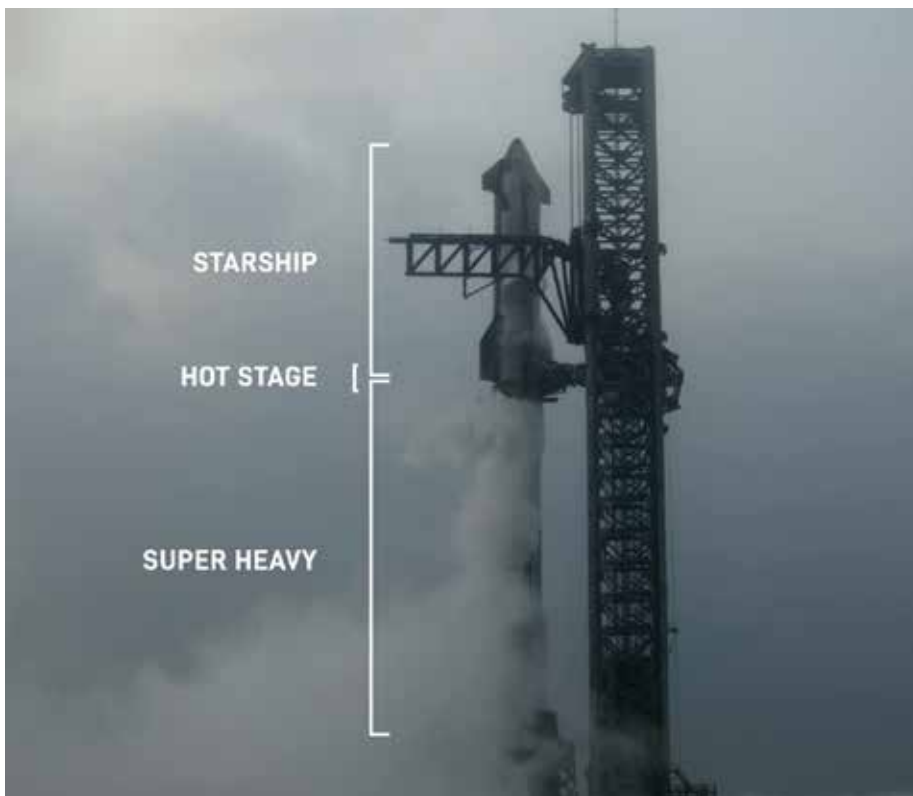
Oppskytingen av IFT-4 startet fra Starbase i Boca Chica, rett ved kysten og ved grensen til Mexico, helt syd i Texas, den 6. juni 2024 kl. 16:50 norsk sommertid.

Super Heavy foretok en i all vesentlighet kontrollert myklending i Mexicogolfen nær Texas-kysten 7½ minutt etter start, etterfulgt av Starships nesten like kontrollerte myklending i Det indiske hav vest for Australia 1 time og 6 minutter etter start, etter å ha overlevd, om enn ikke fullstendig helskinnet, en temmelig brutal ferd gjennom atmosfæren fra tilnærmet orbitalhastighet. Mens Super Heavy traff det forutbestemte landingsstedet bra, førte ødelagte styrefinner, eller flaps, på Starship til at romfartøyet bommet med flere kilometer. Testen betegnes likevel som meget vellykket og

et stort fremskritt i utviklingen av Starship. Det var aldri meningen å berge noen av trinnene fra havet.

Å beherske å bringe Starship fra kretsløp og lande det i god behold på fast grunn er ikke bare blant de essensielle, men har også vært ansett som en av de vanskeligste utfordringene med Starship-programmet. Nå har selvfølgelig SpaceX god erfaring med å returnere romfartøy fra rommet. Det hadde selskapet på forhånd gjort 12 ganger med bemannede og 31 ganger med ubemannede Dragon-kapsler.

Men en ting er å sende en 4,5 meter lang Dragon-kapsel i tilnærmet ballistisk bane gjennom atmosfæren og plaske den i fallskjerm ned i et omtrentlig definert område i havet. Noe ganske annet er å styre et 50 meter langt romfartøy kontrollert gjennom atmosfæren, vippe det til vertikal stilling rett før landing og myklende



← **HOT:** Et separerbart «hot stage», eller mellomtrinn, var for første gang inkludert på denne ferden. Trinnet ble frakoblet Super Heavy i over 100 km høyde, et minutt etter at dette igjen var frakoblet Starship.

det med rakettmotorer på et forutbestemt punkt på bakken.

Like essensielt for programmet er det å lande førstetrinnet Super Heavy. Her har SpaceX enda mer relevant erfaring å bygge på. Da oppskytingen av IFT-4 startet, hadde SpaceX foretatt hele 316 vellykkede landinger av førstetrinn fra Falcon 9- og Falcon Heavy-oppskytinger, enten på store, selvgående droneskip til havs eller på landingsplasser i nærheten av oppskytingsrampen.

Selvsagt stiller Super Heavy i en helt annen vekt- og størrelsesklasse, med omtrent åtte ganger tørrvekten og nær 2,5 ganger diameteren til Falcon 9s førstetrinn. I tillegg må Super Heavy foreta enda mer presisjonskrevende og risikable landinger, på den samme oppskytingsrampen de startet fra 7–8 minutter tidligere, hvor trinnene skal snappes noen få meter oppe i lufta av de digre armene, eller «mechazilla-spisepinnene» på oppskytingstårnet. Dette for å slippe å dra massive landingsben med seg på turen.

Et like stort poeng er det at landing på oppskytingsrampen også muliggjør vesentlig kortere klargjøringstid til ny oppskyting. Målet med Super Heavy/Starship er ikke bare full gjenbrukbarhet, men også meget hyppig frekvens på ferden. Opptil flere ganger per dag er det mer eller mindre realistiske målet til SpaceX-gründer Elon Musk, som liker å se for seg opp-

## «IFT-4 betegnes som meget vellykket og et stort fremskritt i utviklingen av Starship.»

skytinger som om det var ruteflyginger. Falcon 9's førstetrinn trenger minst et par uker på å klargjøres til en ny oppskyting.

### Propper i systemet

Med sin sedvanlige syvmlsstegmentalitet uttalte Musk rett etter IFT-4 at man på kommende IFT-5 bør kunne ta sikte på å lande Super Heavy nettopp på oppskytingsrampen, slik man skal gjøre hver gang når systemet har blitt operativt. Musk har også antydnet at IFT-5 kan komme til å skje allerede i løpet av juni 2024. All erfaring viser imidlertid at man skal ta Musks tidsangivelser med en klype salt.

Noen endelig avgjørelse om IFT-5 blir neppe tatt før man grundig har analysert hvor kontrollert og presist Booster 11 faktisk landet i havet. Samt overbevist FAA (Federal Aviation Administration – De amerikanske luftfartsmyndighetene) om at dette er gjennomførbart på en trygg måte. FAA må forhåndsgodkjenne hver og en av oppskytingene som foretas i i USA, og har vært en notorisk og frustrerende propp i systemet for SpaceX, som gjennomfører flere ganger så mange oppskytinger som alle andre amerikanske sel-

skap til sammen.

Før IFT-4 fikk imidlertid SpaceX gjennomslag for at FAA ikke nødvendigvis måtte gå i gang med en full og tidkrevende granskning av alt som måtte gå galt under IFT-4. Fordi dette ikke skulle være en operativ ferd, men en test, hvor man nettopp må forvente at ting kan gå mer eller mindre på skakke. Svikt i varmeskjoldet og oppløsning av Starship på vei ned gjennom atmosfæren, populært kalt RUD (Rapid Unscheduled Disassembly), var blant det SpaceX listet opp som meget vel kunne skje på IFT-4.

Booster 11 er for øvrig serienummet på Super Heavy-trinnet brukt på IFT-4. Nummeret på Starship-fartøyet var Ship 29.

På IFT-3, som fant sted den 14. mars 2024, gjorde også en annen propp i systemet seg gjeldende. Tilstoppede filtre i rørene som brakte flytende oksygen til rakettmotorene førte til at de fleste av de 13 Raptor-motorene som skulle tenne på nytt og bremse ned fartøyet i ganske lav høyde over havoverflaten, sviktet. Trinnet kom ut av kontroll og opplevde RUD i en høyde av noen få hundre meter.

På IFT-4 var kapasiteten på fil- →



↑ **RAPTOR-TRØBBEL:** En av de 20 rakettmotorene i ytre ring sviktet like etter start. En av de 10 i midtre ring sviktet da det skulle tenne for 3. gang i løpet av ferden, like før myklanding i havet. Ingen av sviktene så ut til å påvirke testen.

trene utvidet og bare én av de 13 sentrale motorene sviktet i denne fasen av ferden. På TV-bilder så man store biter fyke opp langs trinnet rett etter starten på den siste motoravfiringen. Det antyder at den ene motoren eksploderte. Dette så likevel ikke ut til å ha betydning for utfallet av ferden. Super Heavy har totalt 33 Raptor-motorer, men de 20 ytterste har ikke mulighet til å tenne igjen etter at Starship er frakoblet. På vei opp sviktet også en av disse 20 ytterste motorene, omtrent rett etter start, men heller ikke det så ut til å påvirke ferden. På IFT-2 og -3 virket alle 33 motorene på vei opp.

De nevnte filtrene skal hindre isbiter fra kondensert vandamp i å finne veien inn til

**«Med sin sedvanlige syvmilsstegmentalitet uttalte Musk rett etter IFT-4 at man på IFT-5 bør kunne ta sikte på å lande Super Heavy på oppskytingsrampen.»**

rakettmotorene og skade disse. Flytende oksygen må holdes kaldere enn  $-183\text{ °C}$ . At de kalde drivstoffankene utvendig dekkes med rim etter å ha blitt fylt er velkjent. Men det er også nesten umulig å unngå at det dannes isbiter innvendig når de enorme tankene fylles.

### Hot stage

En enda større endring i forhold til IFT-3 var inkluderingen av et «hot stage», et separerbart mellomtrinn i form av en kort, sylindrisk struktur mellom Super Heavy og Starship på IFT-4. Dette ble frakoblet toppen av Super Heavy i en høyde av 107 km, så vidt over 4 minutter etter start og like etter at Super Heavy hadde fullført den ett minutt lange avfiringen av de 13 mest sentrale Raptor-motorene for å bli sendt inn i en ballistisk bane tilbake i retning kysten av Texas etter frakoblingen av Starship, som skjedde i en høyde av 72 km. På denne måten ble Super Heavy mindre topptungt og lettere å kontrollere på vei ned.

Mellomtrinnet er en midlertidig løsning som ble tilføyd etter at Booster 11 var bygget og SpaceX hadde bestemt seg for å gå for «hot staging», som ble innført fra IFT-2 og betyr at de seks Rap-

tor-motorene på Starship tenner rett før frakoblingen av Super Heavy, i stedet for noen sekunder etter. Dermed unngår man å miste fart på veien til verdensrommet. Hot staging krever et fagverk mellom trinnene som gassene fra Starships rakettmotorer kan strømme ut gjennom, samt et varmeskjold som beskytter Super Heavy mot de samme gassene. Fremtidige utgaver av Super Heavy vil ha et integrert og lettere mellomtrinn som blir med tilbake til landingsstedet.

### Stjerneskipet vender tilbake

På IFT-3 førte blokkerte ventiler i stillingskontrollmotorene til at flere av disse sviktet og romfartøyet gikk inn i langsom, ukontrollert spinn etter å ha gått inn i kretsløp, eller tilnærmet kretsløp rundt Jorden. Dermed møtte ikke skipet atmosfæren på riktig måte og opplevde RUD få minutter senere, i en høyde av flere titalls km.

Ship 29, som vi gjentar var det som ble brukt på IFT-4, hadde fått ekstra stillingskontrollmotorer, og møtte atmosfæren med full kontroll i en høyde av drøye 100 km. På TV-bildene fra ferden, direkteoverført fra kameraer på utsiden av romfartøyet via SpaceX' eget Starlink-kom-



↑ **HELT SUPERT:** For første gang ble det etter ferden publisert eksterne bilder av Super Heavy på vei nedover. Trinnet klarte å myklende i havet, også det for første gang.

munikasjonsystem, som nå består av over 6000 satellitter, så man imidlertid at den glødende plasmaen som etterhvert omhyllet romfartøyet begynte å gnage i stykker den fremre, høyre flapsen, dvs. aerodynamiske kontrollflaten. Plasmaen, som består av ladde atomer og frie elektroner, oppstår rundt romfartøy og for den saks skyld meteoritter som treffer atmosfæren med høy hastighet, fordi luften komprimeres og varmes opp kraftig nok til at luftmolekylene begynner å gløde og elektronene rives vekk.

Starship har fire store, bevegelige flaps, to foran og to bak, som sørger for aerodynamisk kontroll av romfartøyet. Hvordan det gikk med de andre tre sa ikke TV-bildene noe om, men deres gjensyn med atmosfæren var neppe særlig mindre skånsomt.

Til tross for dette greide Starship brasene og holdt seg tålelig stabilt hele veien ned gjennom atmosfæren, til stigende forbløffelse for alle som fulgte med. Flere ganger forsvant TV-bildet, noe som også var ventet, siden radiosignaler forplanter seg dårlig gjennom plasma.

Desto mer uventet var det at bildene hver gang kom tilbake igjen etter få sekunder. Siden man kunne betrakte den



↑ **GLØD:** Starship nådde opp i en høyde av 213 km på IFT-4. På vei nedover, fra en høyde av drøyt 100 km, begynner plasma å dannes rundt Starship.



↑ **ILDPRØVE:** Flapsene på Starship fikk gjennomgå, men skipet klarte likevel å myklende i havet utenfor Australia, om enn noe ramponert og noen kilometer fra målpunktet.

etter hvert hvitglødende flapsen gradvis gå i oppløsning, ble man ved hvert bildebrudd stadig mer overbevist om at resten av Starships mangfoldige bestanddeler nå endelig også var spredt for alle hypersoniske vinder.

Snart var det knapt mulig å se noe som helst på det gjenstridige TV-bildet, siden mosk fra den mer og mer oppspiste flapsen klistret seg på kameralinsen. Som for sikkerhets skyld også sprakk underveis. Men at det i det hele tatt var et slags bilde viste at Starship fortsatt klamret seg til livet.

Helt til slutt kunne man skimte en nesten fullstendig maltraktert flaps vinke rundt i nattermørket, antakelig bare opplyst av rakettmotorene som tente like

før skipet bellyfloppet og endelig traff vannflaten, i tilnærmet gangfart. Da var hastigheten siden møtet med atmosfæren, som skjedde tre kvarter etter start, redusert fra omtrent 26.700 km/t, ifølge dataene som supplerte TV-bildene og de nå nærmest vantro kommentatorene, som var medvitner til det som fortonet seg som et mirakel.

Selv om Starship overlevde hele turen ned gjennom atmosfæren, må man selvfølgelig gjøre noe med designet på flapsene og varmeskjoldet tilknyttet disse. Siden alle fire kan svinges nesten 90° langs skippets lengdeakse, må det være et lite mellomrom mellom dem og skroget. Det var her plasma klarte å lure seg gjennom, og begynne å angripe flapsene fra innsiden. ●



# Kritikk av Artemis-programmet

Ragnar Thorbjørnsen

**M**ike Griffin, som var NASA-sjef fra 2005 til 2009, var i januar med på en høring i Kongressen der temaet var Artemis-programmet. Det var i Griffins periode som NASA-sjef at president George W. Bush lanserte et måneprogram som senere ble kansellert av president Barack Obama. Dette har sikkert irritert Mike Griffin, men det er selvfølgelig uvisst om det er årsaken til at han nå kritiserer Artemis-programmet.

Mike Griffin mener at hele programmet må endres hvis målet er å sende amerikanske romfarere til Månens overflate før en konkurrent gjør det. Han mener med andre ord at vi må regne med ytterligere forsinkelser i Artemis-programmet:

«Artemis-programmet er overdrevent komplisert, urealistisk priset, setter menneskenes liv i fare, har en høy risiko for mislykkede ferder og det er lite sannsynlig at programmet vil kunne gjennomføres innen rimelig tid – selv om hver enkelt ferd blir vellykket gjennomført.»

Det virker som om Mike Griffin ser på Artemis-programmet utelukkende som et politisk foretagende, der hovedformålet er å slå Kina i et kappløp: «Et måneprogram er viktig fordi Det kinesiske kommunistpartiet, sammen med dets russiske samarbeidspartner, fullt ut forstår hvor viktig det er å ligge i front i verdensrommet. Og nå virker det som om vi (USA) ikke forstår det.»

«Verden vil alltid se på de nasjonene som utnytter nye områder og dermed utvider grensene for menneskelig aktivitet – som ledere i verden», og videre sier han: «Hvis vi (USA) sammen med våre partnere ikke er på Månen når andre er det, så er det uakseptabelt. Vi trenger et program som tar hensyn til dette faktum. Artemis er ikke et slikt program.»

Om månelandingsfartøyet til SpaceX har han følgende

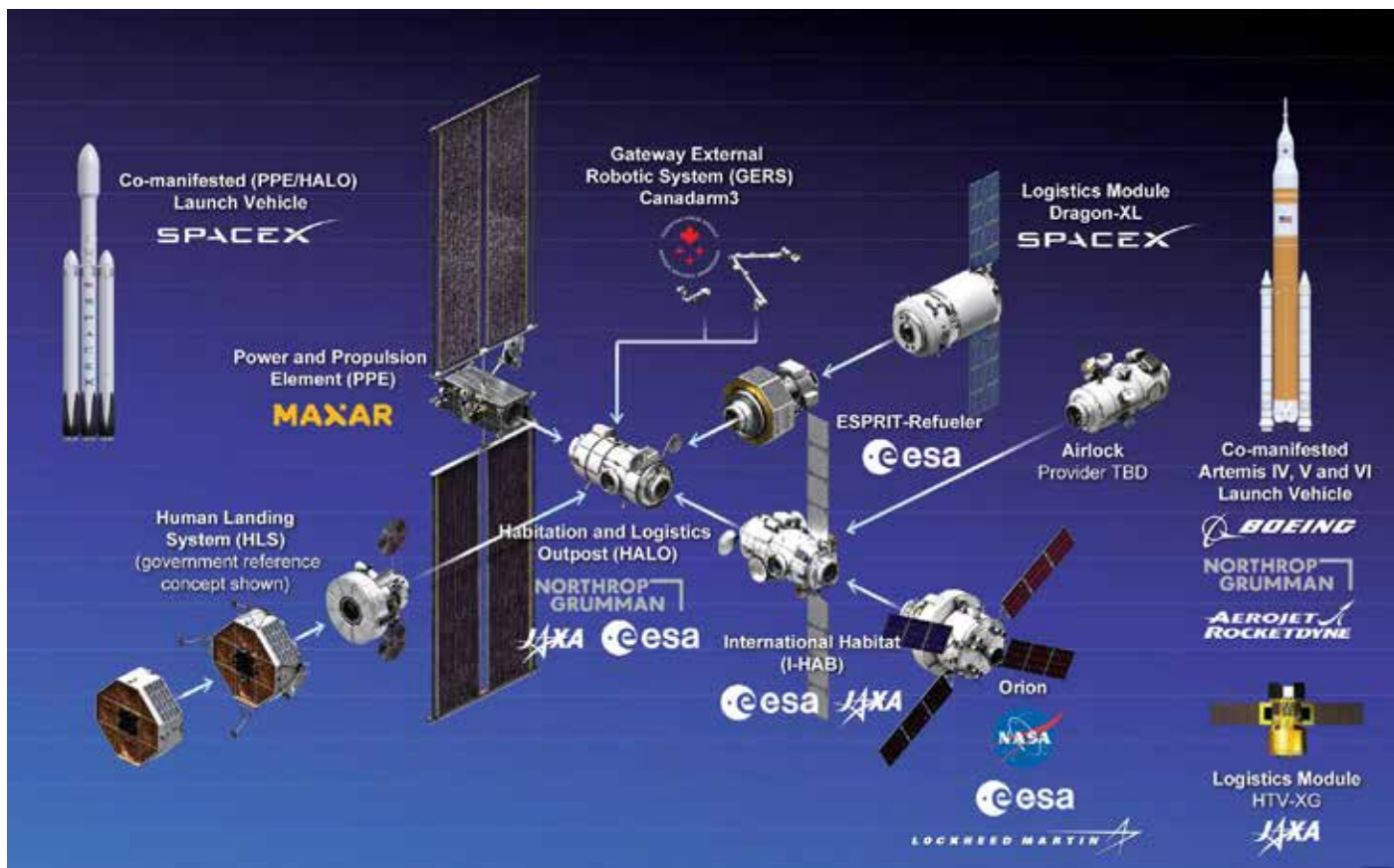
**«Verden vil alltid se på de nasjonene som utnytter nye områder og dermed utvider grensene for menneskelig aktivitet.»**

å si: «En arkitektur som krever flere (mange) oppskytinger, samt drivstoffoverføringer i rommet, vil bli veldig vanskelig å gjennomføre med en fornuftig sannsynlighet for at alt vil fungere prikkfritt. Kongressen bør spørre seg om ikke dette er en form for gambling, og om slik gambling er til nytte, vurdert på basis av budsjettammer eller vår nasjonale prestisje. Er dette virkelig noe Kongressen ønsker å støtte?»

Griffin foreslår i stedet en enklere løsning, basert på to oppskytinger med SLS versjon 2. Griffin har ingen tro på at bemannede månelandinger kan kommersialiseres: «Det er umulig å forestille seg at bemannede månelandinger i overskuelig fremtid kan innebære noen som helst slags form for avkastning på de midlene som investeres. Bemannede ferder til Månen kan ikke gjennomføres uten betydelig subsidiering fra myndighetene.»

Mellom 2012 og 2025 vil USA ha brukt 93 milliarder dollar på Artemis-programmet. I dette beløpet inngår en kostnad på minst 4,2 milliarder dollar for hver SLS-oppskyting, når man inkluderer produksjon og operasjon av både SLS og Orion.

Sluttord fra Mike Griffin: «Å videreføre et program som vi vet ikke vil oppfylle våre mål, hindrer oss i å gjøre det som må gjøres og skader NASAs og nasjonens rykte. Vi må fokusere våre bestrebelser på en fremgangsmåte som vi vet vil fungere innenfor gitte tidsrammer – med



↑ **SAMMENSATT:** Illustrasjon som viser alle elementene i romstasjonen Gateway.

lavest mulig risiko og en størst mulig sikkerhet for menneskene.»

Etter å ha hørt på Mike Griffin, er det lett å miste troen på NASA og Artemis-programmet. Imidlertid kan det også være rom for kritikk av Mike Griffin. Er han, som nevnt innledningsvis, bare irritert fordi det ikke er «hans» måneprogram som nå er igangsatt? Og har han tenkt på at det kanskje også er andre grunner til at NASA og Kongressen bruker penger på Artemis-programmet?

Det er all mulig grunn til å være skeptisk til om SpaceX lykkes med månelander-versjonen av Starship. Men nettopp derfor har NASA også satset penger på et alternativ. Det er jo mulig å se på pengene som SpaceX fikk til å utvikle en månelander-versjon av Starship, som en nyttig investering i SpaceX, fordi SpaceX har demonstrert at de er veldig gode på nytenkning og fordi SpaceX faktisk har fått ting til å fungere – til en mye lavere pris enn konkurrentene. Om de mislykkes med sin månelander, trenger ikke det bety at pengene fra NASA har vært helt bortkastet.

Så må vi heller ikke glemme, at det å sende mennesker til Månens overflate, ikke var NASAs førsteprioritet da de lanserte programmet som etter hvert fikk navnet Artemis. Planen var å bygge romstasjonen Gateway i rommet nær Månen. Der skulle astronauter trene på alt som må beherskes før mennesker kan sendes til Mars. Griffin har selvfølgelig et poeng, når han trekker fram muligheten for at Kina etablerer seg med en base på Månens

overflate. Da har neppe USA annet valg enn å følge opp med noe lignende – ikke kun med en romstasjon, men med tilstedeværelse på overflaten.

Det Griffin ser helt bort ifra, er at Artemis-programmet ikke inneholder en tidsfrist for når amerikanske astronauter igjen skal sette sin fot på måneoverflaten. Amerikanske politikere har alltid, så lenge NASA har eksistert, støttet ideen om at NASA til enhver tid skal kunne arbeide med et program som koster mye penger – uten at det forventes store pengesummer i ren fortjeneste. Pengene går ganske enkelt til å støtte opp om amerikansk industri, samtidig som flaggskip-prosjektene til NASA styrker den nasjonale selvfølelsen og lokker unge amerikanere til å utdanne seg innen vitenskap og teknologi. Dette er viktig for et land, selv om det ikke så lett kan måles i rene penger. Som en ekstra bonus fører disse bevilgningene til teknologiutvikling som igjen bidrar til at USA bevarer sin ledende posisjon som teknologinasjon.

Vi må være forberedt på nye utsettelse i Artemis-programmet, selv om det foreløpig er lov å håpe på at NASA vil klare å gjennomføre tre ferder før vi skriver 2030. Tidligere i år har Elon Musk tilsynelatende også innsett at det kan være på sin plass med litt realisme. Fra å snakke om å sende mennesker til Mars i 2029, sier han nå at en bemannet månelanding vil finne sted før det har gått fem år. Det betyr i praksis at han innser at det er lite sannsynlig at SpaceX klarer å levere et månelandingsfartøy til en bemannet månelanding i 2026. Innenfor de fem →



↑ **MÅNEBIL:** Illustrasjon av Japans månebil (Lunar Cruiser).

årene ligger 2027 og 2028, så det er fremdeles mulig å ha tro på minst én bemannet månelanding før 2030. Vi må ikke glemme at NASA satser på to «hester», om ikke SpaceX lykkes er det god grunn til å ha troen på Blue Origins konsept. Vi får en pekepinn på dette allerede i år, hvis de lykkes med første oppskyting av bæreraketten New Glenn. En ubemannet versjon av månelandingsfartøyet til Blue Origin skal etter planen sendes til Månen innen sommeren 2026. Etter foreliggende planer skal en bemannet månelanding med månelandingsfartøyet til Blue Origin skje med Artemis 5 i 2030.

Artemis 5 ble i mars utsatt fra september 2029 til mars 2030, uten at det ble sagt noe om at Blue Origin ligger etter med sine planer for utvikling av månelandingsfartøyet Blue Moon. Utsettelsen skyldes ifølge NASA kun at budsjetttrammene for de kommende årene blir noe lavere enn tidligere antatt. Dette har ingenting å gjøre med manglende støtte til månelandinger fra politikerne, men er et resultat av et generelt behov for å sette tak på den offentlige pengebruken i USA. Siden første bruk av Blue Moon er under Artemis 5, betyr dette at en månelanding før 2030 avhenger av at SpaceX lykkes med månelanderversjonen av Starship – som Musk sier – før det har gått fem år.

I NASA fortsetter forberedelsene til bemannede månelandinger – uavhengig av surmaget kritikk og faren for nye utsettelser. Således ble det i slutten av mars annonsert valg av tre eksperimenter som skal utplasseres på måneoverflaten under den første bemannede månelandingen i Artemis-programmet:

- The Lunar Environment Monitoring Station (LEMS)

- Lunar Effects on Agricultural Flora (LEAF)
- The Lunar Dielectric Analyzer (LDA)

LEMS består av flere sensorer for monitorering av seismisk aktivitet. LEAF er et eksperiment som skal undersøke fotosyntese, plantevekst og hvordan veksten påvirkes av stråling og Månens lave gravitasjon. Resultatene av LEAF vil være nyttig med tanke på fremtidige baser på Månen. LDA er levert av JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency), og skal undersøke i hvilken grad månematerialet leder elektrisk strøm, samt hvordan de elektriske egenskapene påvirkes av skiftende temperatur gjennom månedøgnet. Resultatene vil også kunne brukes til å avgjøre om det finnes vann i form av is under overflaten.

Det understrekes at disse eksperimentene ikke hadde vært mulig å plassere ut fra en ubemannet månelander, med andre ord at det er påkrevet med menneskelig tilstedeværelse.

Og i begynnelsen av april ble det annonsert hvilke tilbydere som skal være med i konkurransen om å få levere et kjøretøy til bruk på måneoverflaten. En vinner skal kåres om ca. ett år, og vinnerens konsept skal utvikles gjennom de neste fem årene, slik at kjøretøyet står klart til bruk i forbindelse med en månelanding i 2030 (Artemis 5). NASA opplyste i forbindelse med annonseringen av disse kjøretøy-kontraktene at levetiden for et

**«Så kan man spørre seg, hva skal man med to typer kjøretøy?»**



↑ **PÅ BAKKEN:** Illustrasjon av Italias modul for plassering på overflaten (Lunar Shelter).

## «Mye er foreløpig uklart om hvordan Artemis-programmet vil utvikle seg på 2030-tallet.»

slikt kjøretøy skal være 15 år, med andre ord tar man i NASA sikte på bemannede månelandinger gjennom hele 2030-tallet. Dette kjøretøyet, som også skal kunne fjernstyres, omtales som LTV (Lunar Terrain Vehicle).

Og som om ikke dette er nok; den 10. april annonserte NASA og JAXA at Japan skal levere et kjøretøy med trykk-kabin til bruk på måneoverflaten. Med et slikt kjøretøy skal astronauter kunne kjøre rundt i opptil 30 dager – uten behov for å vende tilbake til månelandingsfartøyet for å sove. Dette kjøretøyet omtales som Lunar Cruiser.

I NASA har man ikke vært veldig opptatt av å snakke om en base på Månens overflate, kanskje fordi man har ansett romstasjonen Gateway som hovedbasen for måneferdene i Artemis-programmet. Man har imidlertid snakket om det som kalles «Base camp»; et sted hvor kjøretøyene parkeres mellom hver månelanding. Selv om de annonserte planene for Artemis-programmet ikke strekker seg lenger enn til og med Artemis 5 i mars 2030, ligger det i kortene at Artemis-programmet vil fortsette med én ferd hvert år gjennom hele 2030-tallet. Den siste modulen til Gateway, en luftsluse, som skal leveres av De forente arabiske emirater, skal sannsynligvis komme på plass med Artemis 6 en gang i 2031. Den japanske månebilens skal være klar til Artemis 7, antagelig i 2032.

Så kan man spørre seg, hva skal man med to typer kjø-

retøy? Foreløpig er det ikke sagt noe om dette fra NASA. Det er klart at de to typene kjøretøy har forskjellige bruksområder. Mens LTVen passer best til korte utflukter, kan som nevnt Lunar Cruiser legge ut på lengre turer. Japan har med avtalen om leveranse av Lunar Cruiser sikret seg deltagelse for en av sine astronauter på en tidlig månelanding, antagelig Artemis 4. Både Japan og ESA bidrar til Gateway, og ESA er med stor sannsynlighet sikret deltagelse for en av sine astronauter, både på Artemis 4 og Artemis 5. Dette henger også sammen med at ESA leverer modul 3 og 4 til Gateway, og dessuten service-seksjonene til Orion-romfartøyet. Kanskje er det Italia som skal sikre seg en månelanding for en av sine astronauter, i og med at de har igangsatt studier av en oppholdsmodul (Lunar Shelter) for plassering på måneoverflaten. Vi kan med andre ord se konturene av en Base camp der astronautene vil ha tilgang til to typer kjøretøy samt ett eller flere oppholdsrom, dog er det uklart om den italienske modulen er ment som oppholdsrom eller redskapsbod. Astronautene vil jo også ha mulighet for å tilbringe hvileperiodene om bord i månelandingsfartøyet.

Mye er foreløpig uklart om hvordan Artemis-programmet vil utvikle seg på 2030-tallet. Det vil kanskje avhenge både av politikk og økonomi. På det politiske området kan konkurransen fra Kina komme til å spille inn. Hvordan økonomien i USA vil se ut på 2030-tallet er det vanskelig å ha noen formening om i dag. Vi kan bare håpe at amerikanske politikere fortsetter å se på utforskningen av verdensrommet som noe de vil prioritere – dog vil det nok uansett være slik at forskjellige politikere har forskjellige begrunnelser for sin eventuelle støtte til NASA. ●

# NASAs Artemis IV: Bygging av den første romstasjonen i rommet nær Månen

Kathryn Hambleton

## Introduksjon til artikkelen

Vi har hittil valgt å nummerere ferdene i Artemis-programmet med vanlige sifre (1, 2, 3 ...), mens NASA synes å ha bestemt seg for å bruke romertall. Vi vil nok fortsette å bruke vanlige sifre, men kanskje noen ganger velge NASAs betegnelser. Vi gjør det her, fordi vi skal presentere en ren oversettelse av en artikkel som dukket opp på NASAs nettsider den 29. mars. Den gir en god oppsummering av planen for den fjerde ferden i Artemis-programmet. Sett på bakgrunn av at denne ferden ligger minst fire år fram i tid (september 2028), er det selvfølgelig litt merkelig at en slik artikkel dukker opp allerede nå – uten at det finnes en tilsvarende artikkel om Artemis II eller Artemis III. Kanskje er forklaringen så enkel som at det er mye mer som skal skje på Artemis IV. Artemis III er i bunn og grunn et mellomspill. Med dette mener vi at Artemis II er viktig fordi det er den første bemannede ferden med Orion, mens Artemis IV er viktig fordi ferden inkluderer det første oppholdet i romstasjonen Gateway. Artemis III er ikke noe av dette, men skal inkludere den første bemannede månelandingen siden 1972. Slik sett er selvfølgelig Artemis III også interessant.

Likevel kan det ikke underslås at både Artemis II og Artemis III blir en tilnærmet kopi av tidligere Apollo-ferder. Med Apollo 8 ble romskipet testet på en ferd til månebane. Med Apollo 10 ble månelandingsfartøyet testet i månebane. Som kjent kom den første månelandingen med Apollo 11. Med Apollo 7 ble rom-

skipet testet i jordbane og med Apollo 9 ble månelandingsfartøyet testet i jordbane. I april ble det lekket et rykte om at NASA vil benytte en eventuell forsinkelse i utviklingen av månelanderversjonen av Starship til heller å la Artemis III kopiere Apollo 9, hvilket med andre ord vil bety en sammenkobling av Orion og Starship i jordbane. NASA har ikke villet kommentere dette ryktet; for NASA er det viktig å opprettholde presset på SpaceX om å levere månelanderen som avtalt. Kanskje er artikkelen om Artemis IV skrevet for å nedtone forventningene til Artemis III.

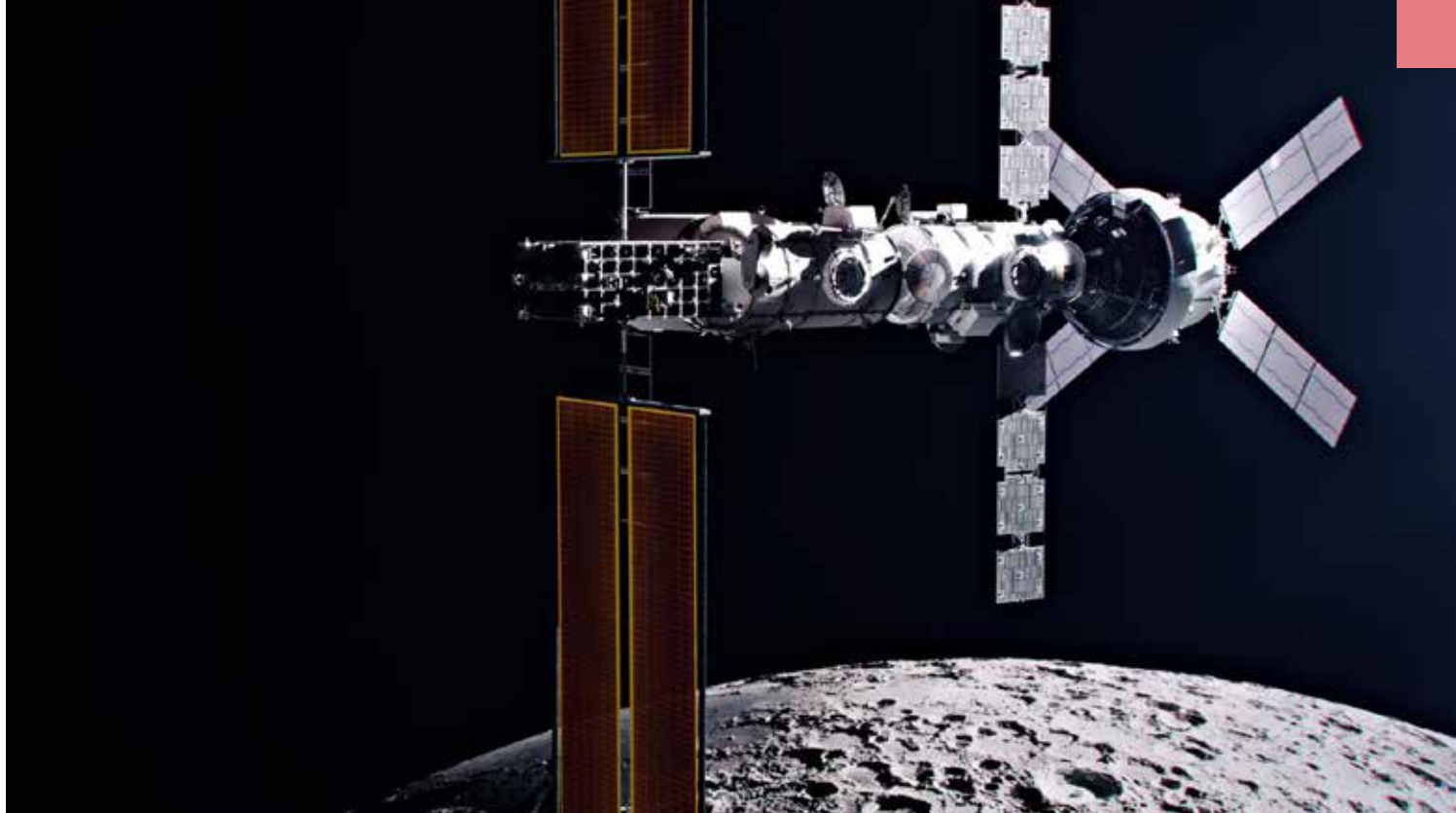
Artikkelen avsluttes med en generell omtale av hele Artemis-programmet. Der pekes det på at vi blant dem som skal delta på månelandingene, vil finne kvinner, fargede personer og personer fra samarbeidspartnere. Foreløpig er det bare besetningen til Artemis II som er utpekt, og der er alle representert: En hvit mann, en farget mann, en kvinne og en utlending (hvit mann fra Canada). Det kan også legges til at reserve for sistnevnte er en kvinne fra Canada. Så nevnes også at månelandingsfartøy og kjøretøy til bruk på måneoverflaten er viktige elementer for Artemis-programmet. Her kan vi legge til at månelandingsfartøy til Artemis III og Artemis IV skal leveres av SpaceX, mens månelandingsfartøy til Artemis V skal leveres av Blue Origin. Det er ikke avgjort hvem som skal levere kjøretøy til bruk på måneoverflaten, men NASA tildelte den 3. april tre kontrakter for innledende design-studier – til Intuitive Machines,

Lunar Outpost og Venturi Astrolab. Om ca ett år vil en av de tre få i oppdrag å levere kjøretøy til bruk under Artemis V, som etter dagens planer skal finne sted i mars 2030. Både månelandingsfartøy og kjøretøy utvikles kommersielt, hvilket innebærer at NASA ikke er eier, men håndterer dette som et kjøp av tjenester.

Lite er foreløpig sagt om det som skal skje etter Artemis IV, annet enn at Gateway skal bygges ut med ytterligere to moduler (ESPRIT og AirLock). Vi kan således regne med at disse modulene ankommer med henholdsvis Artemis V og Artemis VI. Her må nevnes at ESPRIT, et navn som er en forkortelse for «European System Providing Refueling, Infrastructure and Telecommunication», har fått et mer klingende navn; og fordi det egentlig er snakk om to moduler, er det også snakk om to navn: Lunar View og Lunar Link. Den ene modulen har seks vinduer som gir 360 graders utsikt, derav navnet «Lunar View». Hvordan man skal utnytte ledig nyttelastkapasitet fra og med Artemis VII er foreløpig ukjent. Imidlertid ble det i forbindelse med annonseringen av kjøretøy-kontraktene sagt at levetiden for slike kjøretøy skal være 15 år, hvilket må bety at man i NASA regner med bemannede månelandinger gjennom hele 2030-tallet.

Artikkelen er skrevet av Kathryn Hambleton, en NASA-ansatt med tittelen Media Relations Specialist. Innholdet er dermed helt og fullt et NASA-produkt.

*Ragnar Thorbjørnson*



↑ **ANKOMST:** Slik vil det se ut når Artemis IV har ankommet Gateway med I-Hab. Romstasjonen vil dermed bestå av tre moduler. Illustrasjonen ignorerer det faktum, at både månelandingsfartøy og forsyningsromskip skal kobles til Gateway (PPE/HALO) før Orion ankommer.

**N**ASA utvikler sammen med sine samarbeidspartnere de grunnleggende systemene for langvarig utforskning av Månen – og Månens nærhet. Etter en landing nær Månens sydpol med Artemis III, vil astronautene på Artemis IV ta i bruk romstasjonen Gateway, der de vil utføre vitenskapelige eksperimenter og forberede bemannede ferder til Mars.

Programmet for Artemis IV involverer flere andre oppskytinger og påfølgende dokkinger med Gateway. Orion skal skytes opp med versjon 1B av SLS, hvilket betyr at den nye mobile oppskytingsplattformen tas i bruk.

Artemis-ferdene innebærer økt satsing på vitenskapelig forskning, både på måneoverflaten og om bord i romstasjonen Gateway. Dette skal foregå både med internasjonal deltagelse og med detagelse fra kommersielle interesser. Gateway vil være utstyrt med sammenkoblingsluker som kan brukes av en rekke forskjellige romfartøy. Romstasjonen skal være et sted der besetningene kan bo, arbeide og forberede seg til landing på Månen. I romstasjonen skal det blant annet forskes på solfysikk og menneskets helse / livsvitenskap.

Romstasjonens langstrakte bane bringer den over både nordpol- og sydpol-områdene på Månen, noe som gir uvanlig gode muligheter for vitenskap og bemannet utforskning av måneoverflaten. Banen kombinerer muligheten for enkel tilgang til overflaten (når romstasjonen er nærmest Månen) med muligheten for god utsikt – med tanke på vitenskapelige observasjoner av Jorden, Månen og Solen og det ytre rom (når romstasjonen er lengre fra Månen i den langstrakte banen).

De to første modulene til Gateway skal kobles sammen før de skytes opp. PPE (Power and Propulsion Element)

## «Programmet for Artemis IV involverer flere oppskytinger og påfølgende dokkinger med Gateway.»

bygges av Maxar og HALO (Habitation and Logistics Outpost) bygges av Northrop Grumman. Oppskyting skjer med en Falcon Heavy fra SpaceX. Disse to elementene skal bruke ca ett år på å komme fram til sin bane i rommet nær Månen. Som fremdriftssystem benyttes en meget effektiv ione-motor, dessuten bidrar gravitasjonskrefter fra Jorden, Månen og Solen. Begge elementer er utstyrt med instrumenter som skal registrere stråling; disse instrumentene vil være aktive både under ferden til Månen og når de er på plass i sin endelige bane.

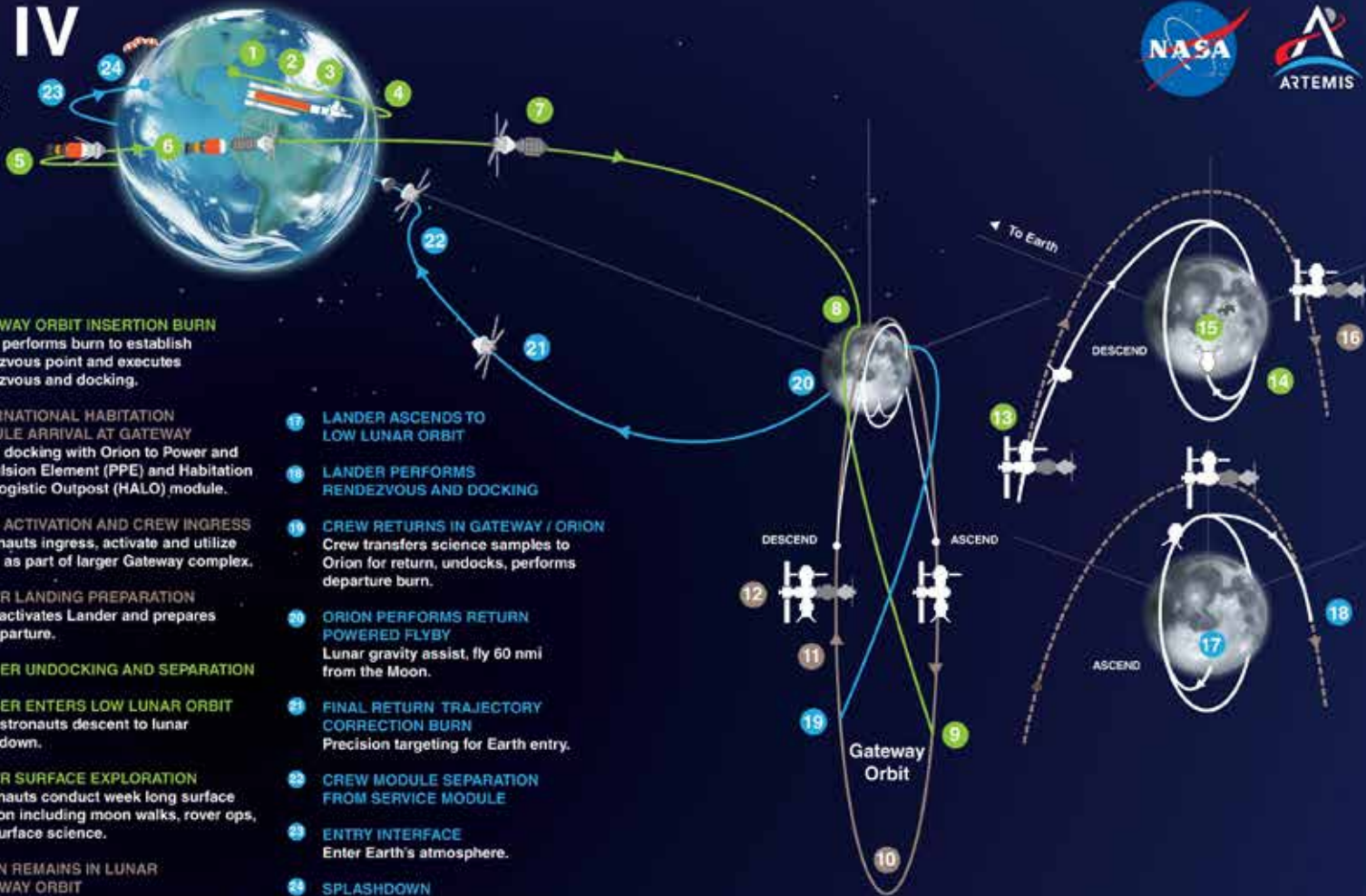
Artemis IV vil ha med seg den tredje seksjonen til Gateway – International Habitation Module (I-Hab). I-Hab bygges av ESA, og er dessuten utstyrt med systemer som muliggjør lengre opphold i romstasjonen. Disse systemene er levert av den japanske romfartsorganisasjonen (JAXA – Japan Aerospace Exploration Agency).

Før Artemis IV ankommer Gateway vil to andre romfartøy bli koblet til Gateway, begge levert av SpaceX. Det ene er en oppgradert månelanderversjon av Starship og det andre er en logistikk-modul (Dragon XL).

Artemis IV skytes opp med versjon 1B av SLS. Dette blir første gang man benytter denne versjonen – der andretrinnet (EUS – Exploration Upper Stage) er nytt, og blir benyttet for første gang. Dermed blir det også kapasitet til å ta med mer nyttelast, som på denne ferden utgjøres av I-Hab. Orion tar med seg I-Hab til Gateway, der →

# ARTEMIS IV

*International Habitation Module delivery to Gateway followed by Crewed Lunar Landing*



**1 LAUNCH**  
SLS with I-HAB co-manifested payload and Orion with 4 crew members lift-off from Kennedy Space Center.

**2 JETTISON ROCKET BOOSTERS, FAIRINGS, AND LAUNCH ABORT SYSTEM**

**3 CORE STAGE MAIN ENGINE CUT OFF**  
With separation.

**4 ENTER EARTH ORBIT**  
Exploration Upper Stage (EUS) performs circularization of Low Earth Orbit. Systems check and solar panel adjustments.

**5 TRANS LUNAR INJECTION BURN**  
EUS commits astronauts in Orion and I-HAB to lunar trajectory.

**6 ORION TUGS I-HAB TO MOON**  
Orion separation from Universal Stage Adapter (USA), ejection of USA, Orion docking with I-HAB for extraction from EUS/ Payload Adapter Fitting (PAF) followed by Orion tug of I-HAB to Gateway Orbit and EUS disposal.

**7 ORION OUTBOUND TRANSIT TO MOON**  
Requires several outbound trajectory burns.

**8 ORION OUTBOUND POWERED FLYBY**  
60 nmi from the Moon.

**9 GATEWAY ORBIT INSERTION BURN**  
Orion performs burn to establish rendezvous point and executes rendezvous and docking.

**10 INTERNATIONAL HABITATION MODULE ARRIVAL AT GATEWAY**  
I-HAB docking with Orion to Power and Propulsion Element (PPE) and Habitation and Logistic Outpost (HALO) module.

**11 I-HAB ACTIVATION AND CREW INGRESS**  
Astronauts ingress, activate and utilize I-HAB as part of larger Gateway complex.

**12 LUNAR LANDING PREPARATION**  
Crew activates Lander and prepares for departure.

**13 LANDER UNDOCKING AND SEPARATION**

**14 LANDER ENTERS LOW LUNAR ORBIT**  
Two astronauts descent to lunar touchdown.

**15 LUNAR SURFACE EXPLORATION**  
Astronauts conduct week long surface mission including moon walks, rover ops, and surface science.

**16 ORION REMAINS IN LUNAR GATEWAY ORBIT**  
Other two astronauts tend to Gateway during lunar surface mission.

**17 LANDER ASCENDS TO LOW LUNAR ORBIT**

**18 LANDER PERFORMS RENDEZVOUS AND DOCKING**

**19 CREW RETURNS IN GATEWAY / ORION**  
Crew transfers science samples to Orion for return, undocks, performs departure burn.

**20 ORION PERFORMS RETURN POWERED FLYBY**  
Lunar gravity assist, fly 60 nmi from the Moon.

**21 FINAL RETURN TRAJECTORY CORRECTION BURN**  
Precision targeting for Earth entry.

**22 CREW MODULE SEPARATION FROM SERVICE MODULE**

**23 ENTRY INTERFACE**  
Enter Earth's atmosphere.

**24 SPLASHDOWN**  
Astronaut crew, science sample and capsule recovery by ship.



↑ **FORSINKET:** Etter at Artemis IV ble utsatt til 2028, vil som en naturlig følge også oppskytingen av de to første elementene til Gateway (PPE/HALO) bli utsatt til 2027. Illustrasjonen viser PPE/HALO underveis fra Jorden til Månen, en ferd som ved hjelp av ione-motorene til PPE vil ta litt mer enn ett år.

den nye modulen kobles sammen med HALO (Habitation and Logistics Outpost), som er blitt plassert ut på forhånd – sammen med PPE (Power and Propulsion Element). Gateway vil dermed bestå av tre moduler.

Astronautene vil sjekke ut systemer både i romstasjonen og i Starship, før to av dem lander på Månen med Starship og oppholder seg på overflaten i ca. seks døgn. Deretter returnerer de to til Gateway, og alle fire setter kurs mot Jorden om bord i Orion.

Med Artemis skal NASA sende den første kvinnen og

den første fargede person, og dessuten den første internasjonale astronauten til Månens overflate. Der skal de legge grunnlaget for langsiktig utforskning - med sikte på å gjøre vitenskapelige oppdagelser og å gjøre forbedringer til bemannede ferder til Mars. Disse elementene er selve grunnlaget for videre utforskning av verdensrommet (deep space): Bæreraketten SLS, romskipet Orion, romstasjonen Gateway, månelandingsfartøy, en ny type romdrakter og kjøretøy til bruk på måneoverflaten. ●



## Apollo 8

Flere steder i denne utgaven av Romfart skriver vi om Apollo-ferder og Apollo-astronauter. Det er av interesse å sammenligne Apollo-ferdene med de to første bemannede ferdene i Artemis-programmet. Når vi skriver om Apollo-astronautene, blir det gjerne for å omtale dødsfall eller minne om hvem som fremdeles er blant oss – de fleste av de sistnevnte er rundt 90 år gamle. I begynnelsen av juni kom nyheten om at William Anders var død. Han døde imidlertid ikke på en måte som er vanlig for 90-åringer. Han var fremdeles en aktiv flyver, og omkom i en flystyrt den 7. juni. Han var alene i flyet.

Vi omtaler gjerne Apollo-astronautene som legender, men var William Anders

også en legende? Kanskje vil det være delte meninger om det. Han var tredjemand i mannskapet som nærmest ved en ren tilfeldighet fikk æren av å bli de første mennesker som reiste til Månen (Apollo 8 kretset 10 ganger rundt Månen i desember 1968). Han ble født den 17. oktober 1933, og var således 35 år gammel da han gjennomførte sin første og eneste romferd. De to andre om bord var veteranene Frank Borman og James Lovell. Om Anders selv ikke er en legende, så omtales bildet han tok av jordkloden over månehorisonten som legendarisk.

William Anders tenkte vel kanskje at deltagelsen på Apollo 8 var et høydepunkt i astronaut-karrieren, som vanskelig kunne overgå, så han valgte å slutte som astronaut kort tid etter denne ferden. Dog ville det ikke vært utenkelig at han

kunne bli plukket ut til en månelanding. James Lovell fikk muligheten på Apollo 13, men uheldigvis for ham så ble det en mislykket ferd i og med at en drivstofftank eksploderte på vei til Månen. Banen til Artemis 2 blir en tilnærmet kopi av banen som Apollo 13 fulgte, siden romskipet kun skal passere én gang bak Månen. Apollo 8 var således en mer ambisiøs og risikabel ferd enn hva Artemis 2 vil være.

Så må det også nevnes at William Anders var USAs ambassadør i Norge i 1976 og 1977. Mens han var her holdt han foredrag for foreningen, som høsten 1976 feiret 25-års jubileum.

*Ragnar Thorbjørnson*

# Oppdrag i kø for ESAs nye astronauter

Per Olav Sanner



↑ **TESTFLYVNING:** Siste del av grunnopplæringen til ESAs fem nye karriereastronauter var vektløshetsflyvninger med en Airbus A310 i Bourdeaux, Frankrike i april 2024. Med på moroa var kolleger fra ESA, Australia og Japan. Bak f.v.: Rosemary Coogan (Storbritannia), Raphaël Liégeois (Belgia), Katherine Bennell-Pegg (Australia), Sophie Adenot (Frankrike), Ayu Yoneda og Makoto Suwa (Japan), Pablo Álvarez Fernández (Spania), John McFall (Storbritannia), Matthias Maurer og Alexander Gerst (begge Tyskland). Foran f.v.: Hervé Stevenin (treningsansvarlig, Frankrike), Sławosz Uznański (Polen) og Thomas Pesquet (Frankrike). Marco Sieber (Sveits) var i Washington D.C. i forbindelse med at Sveits undertegnet Artemis-avtalene med NASA. (Foto: ESA/Novespace/Mélicssandre L.)

**F**or følgere av bemannet, europeisk romfart er det spennende tider. I november 2022 valgte den europeiske romorganisasjonen ESA ut hele 17 menn og kvinner fra 11 land som skal representere Europa i rommet i årene fremover. I januar 2024 ble svensk-norske Marcus Wandt den første av dem til å delta på en romferd, hvor han samarbeidet med danske Andreas Mogensen og italienske Walter Villadei. I oktober 2024 kommer antagelig turen til Sławosz Uznański fra Polen. Storbri-

tannia og Ungarn har konkrete planer om bemannede ferder det nærmeste året eller to. Og i 2026 skal franske Sophie Adenot og belgiske Raphaël Liégeois på hver sin langtidsferd til Den internasjonale romstasjonen (ISS). Det blir minst ni europeere i rommet på tre år. Er kontinentet i ferd med å ta helt av?

ESAs astronaututtak i 2022 skilte seg merkbart fra de tidligere rekrutteringsprosessene i 1978, 1992 og 2009. Antallet nye astronauter var ikke bare det høyeste noen-



↑ **SNART KLARE:** Frankrikes Sophie Adenot og Belgias Raphaël Liégeois har startet treningen for ferder i 2026. (Foto: ESA/A. Conigli)

sinne. Det var også antall land som ble representert, og endelig var det omtrent like mange kvinner som menn som kom seg gjennom nåløyet.

Men det kanskje mest spesielle ved dette uttaket var at kandidatene var delt i tre kategorier: Karriereastronauter, reserveastronauter og en para-astronaut.

De fem karriereastronautene ble fast ansatt av ESA på fulltid, og startet straks opplæringen som i første omgang skal lede frem mot langtidsferder på ISS. Dette er slik vi er vant til å se på astronauter, som gjennom svært grundig og langvarig opplæring lærer seg å mestre alle sider ved å fly i rommet.

De elleve reserveastronautene ble ikke ansatt av ESA, men forblir hos sine arbeidsgivere til ESA eller for eksempel nasjonale romorganisasjoner trenger dem til en spesiell ferd. Da ansettes de midlertid som såkalte prosjektastronauter i en avgrenset periode. Perioden omfatter nødvendig opplæring før ferden, selve ferden og noen måneder i etterkant for å fullføre eksperimentprogram og rapportering. Deretter returnerer de til sine «vanlige» arbeidsgivere.

Reserveastronautene har ingen garanti for at de får noen romferd, selv om ESA regner det som sannsynlig at alle vil få sjansen på sikt. Men ved at de har oppfylt de samme kravene som karriereastronautene, kan de lett engasjeres når behovet måtte oppstå.

Para-astronaut er en helt ny kategori, og gjenspeiler ESAs ambisjon om å åpne verdensrommet for større deler av menneskeheten. Para-astronauten skal delta i en studie av hva man eventuelt kan gjøre for at romfartøyer og romdrakter også skal kunne benyttes av personer med lettere fysiske begrensninger. Para-astronauten

**«Det kanskje mest spesielle ved dette uttaket var at kandidatene var delt i tre kategorier: Karriereastronauter, reserveastronauter og en para-astronaut.»**

oppfyller for øvrig samme krav som de øvrige astronautene. Heller ikke her har man noen garanti for en fremtidig ferd.

Uttaket av 2022-kullet og alle astronautene er nærmere beskrevet i Romfart nr. 1/2023.

### Karriereastronautene

ESAs fem nye karriereastronauter fullførte i april 2024 grunnopplæringen de startet på ett år tidligere. Det gjorde også para-astronaut John McFall fra Storbritannia og Australias Katherine Bennell-Pegg, som har gjennomgått det samme treningsopplegget.

De har vært gjennom et meget intenst program som blant annet har omfattet hvordan ISS er bygget opp og fungerer, dypdykk i en rekke vitenskapelige disipliner, medisinsk opplæring, russisk-kurs, dykking, overlevelseskurs og vektløshetsflyvninger. De har blitt kjent med ESAs sentre rundt i Europa, og de har vært på sine første besøk hos NASA i Houston.

For Sophie Adenot (Frankrike), Pablo Álvarez Fernández (Spania), Rosemary Coogan (Storbritannia), →



↑ **SKANDINAVISKE ASTRONAUTER:** Høyt har de fløyet, og blide er de! Under et besøk på Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm i mai 2024 gjenforenes Danmarks Andreas Mogensen med de svenske astronautene Marcus Wandt (t.v.) og Christer Fuglesang (t.h.). Mogensen og Wandt tok skandinavisk samarbeid til nye høyder da de møttes på ISS i januar 2024.

(Foto: ESA/R. Suenson)



↑ **NESTEMANN:** Neste ESA-astronaut i rommet blir Sławosz Uznański fra Polen.

(Foto: ESA/P. Sebirot)

Raphaël Liégeois (Belgia) og Marco Sieber (Sveits) var dette imidlertid bare starten på den krevende veien mot verdensrommet.

Nå venter et år eller mer med mer avansert opplæring. De skal lære enda mer om ISS og fartøyene som frakter astronauter og nyttelast til og fra. De skal sette seg inn i det vitenskapelige utstyret som benyttes om bord, og de skal utvikle avanserte ferdigheter i bruk av stasjonens robotarmer og arbeid på utsiden av stasjonen.

Denne nye fasen med såkalt «preflight training» vil ventelig vare ett år. Vanligvis blir ikke astronauter tildeelt ferder før de er mer eller mindre ferdige med denne fasen. Så følger normalt ett og et halvt til to år med spesialiserte forberedelser fra de blir utnevnt til en spesifikk ferd til ferden starter.

Men ESA har ikke somlet med å finne ferdmuligheter til sine nye karriereastronauter. 22. mai 2024 kunne ESAs generaldirektør Josef Aschbacher kunngjøre at to av dem skal ut i rommet i 2026. Han fortalte at Sophie Adenot skal fly til ISS i begynnelsen av året, Raphaël Liégeois noen måneder senere.

Adenot er født i 1982. Før hun ble ansatt av ESA, hadde hun de siste årene vært helikoptertestpilot for Frankrikes byrå for innkjøp av militærmateriell. Tidligere har Adenot arbeidet med cockpitdesign for Airbus og fløyet

**«ESA planlegger ut fra at alle skal få en ferd til ISS.»**

redningsoppdrag for flyvåpenet, hvor hun også har hatt lederoppgaver. Adenot har 3000 flytimer i 22 helikoptertyper. Hun har fullført ingeniørstudier ved ISAE-SUPAERO i Toulouse i Frankrike og en mastergrad fra MIT i USA. Videre har hun tatt militær pilotopplæring i Frankrike og testpilotutdanning ved Empire Test Pilots' School, Boscombe Down, Storbritannia. Hun snakker fransk, engelsk, tysk, russisk og litt spansk, og har drevet med dykking og fallskjermhopping på fritiden.

Liégeois kom til verden i 1988. De siste årene før han kom til ESA forsket og underviste han ved Université de Genève og École Polytechnique Fédérale de Lausanne i Sveits. Tidligere har han utført postdoktorarbeid ved National University of Singapore og École Polytechnique Fédérale de Lausanne, inkludert et forskningsopphold ved Stanford University i USA. Han er utdannet som bioingeniør fra Université de Liège i Belgia og ingeniør fra École centrale de Paris. Han har også en mastergrad i fysikk fra Université Paris-Sud Orsay og en doktorgrad i nevrovitenskap fra Université de Liège. Han snakker fransk, engelsk og nederlandsk. Noen av hobbyene er flyving (ballonger og glidefly) og dykking.

Aschbacher nevnte ikke spesifikt hvilke ferder de skal delta på. Dette blir neppe bekreftet før de øvrige besetningsmedlemmene blir navngitt. De senere årene har dette skjedd senere og senere, gjerne bare fire til seks måneder før oppskyting, selv om besetningene da gjerne har trent sammen i minst ett år allerede. Så kanskje er vi i midten av 2025 eller begynnelsen av 2026 før vi får klarhet i dette.



↑ **BRITISKE KANDIDATER:** Kandidater til Storbritannias Axiom-ferd: Karriereastronaut Rosemary Coogan, reserveastronaut Meganne Christian og para-astronaut John McFall. (Foto: ESA/A. Conigli og ESA/P. Sebirot)

Men det er mulig å resonnerer seg frem til ferdene likevel. Både europeiske, japanske og canadiske astronauter benytter nå amerikanske fartøyer for å komme seg til og fra ISS. For øyeblikket er det ensbetydende med Crew Dragon-fartøyene fra SpaceX, men fra og med 2025 ventes Starliner-fartøyene fra Boeing også å være operative.

Den bemannede prøveferden med Starliner ble vellykket skutt opp 5. juni 2024 og nådde ISS dagen etter. Hvis den forløper som planlagt, vil første operative ferd, Starliner-1, finne sted i februar 2025. Deretter skal Crew Dragon og Starliner bytte på å fly til ISS.

Dermed kan vi anta at Adenot vil fly til ISS med Starliner-2 i februar 2026, mens Liégeois vil fly med Crew-11 (Crew Dragon) i august 2026. I forbindelse med besetningsskiftet på ISS vil det være omtrent en ukes overlapp. I perioder har ESA-astronauter fløyet til ISS omtrent én gang i året. Nå blir det altså to rett etter hverandre, og det så tidlig som det overhodet er mulig å få til.

Da artikkelforfatteren 16. juni 2023 intervjuet dr. David Parker, ESAs daværende direktør for programmer for utforskning av rommet med mennesker og roboter, sa riktignok Parker at den første av de nye astronautene ville fly i 2026. Det virket da sannsynlig at det først ville skje på august-ferden. Når det nå er fastslått at den første av dem skal opp et halvt år tidligere, bekrefter det at ESAs grunnopplæring nyter stor tillit blant de andre partnerlandene og at ESA har vært dyktige i forhandlingene om plasser for sine astronauter.

Adenot og Liégeois var ikke til stede da Aschbacher kom med kunngjøringen sin. De hadde nemlig allerede startet treningen ved Johnson-romsenteret i Houston, og deltok på videolenke derfra. I praksis må de da ha blitt tildelt ferdene sine allerede før grunnopplæringen ble avsluttet i april. Det finnes presedens for dette: Italienske Luca Parmitano fra 2009-kullet ble også tildelt sin første ferd alle-

rede en måned før grunnopplæringen var fullført.

Når vi nå vet at Adenot og Liégeois vil fly i 2026, hva da med Álvarez Fernández, Coogan og Sieber, de tre andre karriereastronautene fra kullet deres? ESA planlegger ut fra at alle skal få en ferd til ISS. Vi kan regne med at det vil skje omtrent årlig fra og med 2027 til og med 2030, som foreløpig er det siste året ISS skal være i bruk.

### Månen

Parallelt med dette forbereder ESA-astronautene fra 2009 og 2015 seg på mulige måneferder gjennom Artemis-programmet. ESA har avtale med NASA om totalt tre plasser på de tidlige Artemis-ferdene. Foreløpig er ikke ESA lovet annet enn at deres representanter skal delta på ferder til Lunar Gateway, den planlagte miniromstasjonen i månebane. Å faktisk lande på Månen er så langt ikke avtalt.

Men ettersom Japan i mai 2024 fikk lovnad om deltakelse på to av de tidlige månelandingene, er det sannsynlig at ESA er godt i gang med å forhandle om plass til europeere i landingsfartøyene, også. Med de stadige forsinkelsene i Artemis-programmet vil vi tidligst skrive 2028, men kanskje mer sannsynlig 2030, før den første europeeren kan sette sine fotavtrykk på måneoverflaten. Blir det Samantha Cristoforetti (Italia), Alexander Gerst (Tyskland), Matthias Maurer (Tyskland), Andreas Mogensen (Danmark), Luca Parmitano (Italia) eller Thomas Pesquet (Frankrike) som får æren?

### Reserveastronautene

Men la oss hoppe tilbake til nåtiden. Svensk-norske Marcus Wandt, reserveastronaut fra 2022-kullet, deltok på den kommersielle korttidsferden Ax-3 til ISS i januar 2024. (Se egen artikkel om ferden i Romfart nr. 1/2024 og intervju med ham i nr. 3/2023.) Wandt →



↑ **UNGARSKER ASTRONAUTER:** Ungarn har avtale med Axiom om å sende Tibor Kapu (t.v.) til ISS i løpet av det nærmeste året. Gyula Cserényi (t.h.) skal være reserve. (Foto: HUNOR-programmet)

har fortsatt status som prosjektastronaut i noen måneder til, men ventes å gjenoppta sitt daglige arbeid hos SAAB Aeronautics på sensommeren. Nylig deltok han, sammen med Luca Parmitano og Rosemary Coogan, i en befaring og evaluering av prototypen av Lunar I-Hab, et av ESAs bidrag til Lunar Gateway. (Lunar I-Hab planlegges skutt opp i 2028.)

Polens reserveastronaut fra samme kull, Sławosz Uznański, er også meget travel for tiden. Det har siden august 2023 vært kjent at han – i et samarbeid mellom Polen og ESA – skal delta på en ferd i regi av Axiom Space til ISS. Den formelle kunngjøringen av hvilken ferd det blir er ikke kommet ennå. Men det meste tyder på at det blir Ax-4, som nå ventes skutt opp i oktober 2024.

Sławosz Uznański er født i 1984, og jobber som ingeniør/operatør ved Large Hadron Collider ved CERN, Sveits. Han har en doktorgrad i strålesikre løsninger for romapplikasjoner fra Université d'Aix-Marseille og snakker polsk, engelsk og fransk.

Uznański har vært engasjert som prosjektastronaut for ESA siden september 2023, og har i flere perioder trent ved European Astronaut Centre i Köln, ved Johnson-romsenteret og ved Axioms hovedkvarter, som også ligger i Houston. Blant annet har han deltatt i deler av grunnopplæringen som karriereastronautene nylig fullførte, senest på en serie vektløshetsflyvninger i Bourdeaux, Frankrike.

### Storbritannia

Men Sverige og Polen er ikke de eneste ESA-landene som har inngått avtale med Axiom om en romferd. Det

## «Erfaringene fra para-astronautstudien er positive.»

britiske romfartsbyrået UK Space Agency (UKSA) og Axiom offentliggjorde 25. oktober 2023 at astronauter fra Storbritannia kan fly på en fremtidig ferd til ISS, tidligst i slutten av 2025. Det kan bety at den sannsynlige ferden blir Ax-6.

Det forutsettes at ferden skal finansieres kommersielt. Det vitenskapelige programmet vil bygge på Storbritannias nasjonale romstrategi og rammeverket for vitenskap og teknologi. Universiteter, forskningsinstitusjoner og næringsliv ble invitert til å komme med forslag til eksperimenter og teknologiutvikling. Og ikke minst ønsker man å engasjere offentligheten og inspirere barn og unge til å satse på utdanning og jobb innen teknologifagene.

ESA vil også delta i samarbeidet om den britiske ferden. Blant annet ventes det at britiske ESA-astronauter vil være besetningsmedlemmer. Intet er sagt om antall og navn, men når man snakker om astronauter, må det være minst to. Men Crew Dragon, som Axiom sannsynligvis vil benytte, rommer fire. Da er det plass til tre briter, i tillegg til en fartøysjef ansatt av Axiom.

For tiden er faktisk tre briter tilknyttet ESA i ulike astronautroller. Rosemary Coogan er karriereastronaut, Meganne Christian er reserveastronaut, og John McFall er para-astronaut. Én ting taler imidlertid mot at Coogan



↑ **STUDIETUR:** Studietur til Johnson-romsenteret i Houston. Ytterst til venstre og høyre står astronautveteranene Alexander Gerst (Tyskland) og Luca Parmitano (Italia). Mellom dem fra venstre: Raphaël Liégeois (Belgia), Sophie Adenot (Frankrike), Rosemary Coogan (Storbritannia), Katherine Bennell-Pegg (Australia), Marco Sieber (Sveits), Pablo Álvarez Fernández (Spania) og John McFall (Storbritannia). (Foto: ESA/NASA)

skal delta på denne ferden, og det er at ESA har investert mye i å forberede henne på en langtidsferd til ISS mellom 2027 og 2030. Da er det nok mer sannsynlig at Christian og McFall deltar.

Siden hun ble plukket ut som reserveastronaut i 2022 har Christian byttet jobb fra Italias nasjonale forskningsråd til nettopp UKSA, noe som kan være en praktisk fordel. Man har også erfart at det fungerer godt å engasjere reserveastronauter som prosjektastronauter for kortere enkeltoppdrag.

I det førnevnte intervjuet med David Parker virket han optimistisk med tanke på en fremtidig ferdmulighet for McFall, gitt at erfaringene fra para-astronautstudien er positive. Kanskje er det mest aktuelt for ESA å bruke ham på en kort ferd i første omgang, før det eventuelt måtte komme på tale med en senere langtidsferd.

## Ungarn

Og når temaet først er europeiske astronauter, må vi også innom Ungarn. I 2021 kunngjorde det ungarske utenriksdepartementet planer om at en ungarsk astronaut skulle besøke ISS for å drive forskning. Ferden skulle organiseres av Axiom, og ESA skulle hjelpe til med utvelgelsen av kandidater og utviklingen av det vitenskapelige programmet.

I januar 2022 begynte man utvelgelsen blant de 244 søkerne. (Flere av dem skal også ha søkt om opptak som ESA-astronauter, men ingen ungarere var blant dem ESA valgte ut i slutten av 2022.) I mars 2023 hadde man plukket ut fire kandidater. Alle fire gikk deretter i gang med opplæring, selv om bare to skulle velges ut som finalister.

26. mai 2024 (årsdagen for oppskytingen av Ungarns første romfarer, Bertalan Farkas, i 1980) ble det offentliggjort at finalistene er Tibor Kapu og Gyula Cserényi. Kapu skal fly, mens Cserényi skal være reserve.

Kapu er 32 år gammel og utdannet som maskiningeniør, med erfaring fra batteriutvikling i bilindustrien. Cserényi er 35 år og elektroingeniør. De tar om kort tid fatt på trening hos NASA og Axiom i Houston. Semifinalistene András Szakály (flyingeniør) og Ádám Schlégl (kirurg) skal fortsatt jobbe med forberedelsene til og gjennomføringen av ferden, men ikke lenger som potensielle romfarere.

Det er ikke kunngjort hvilken Axiom-ferd Ungarn skal delta på, annet enn at ambisjonen er sent i 2024 eller tidlig i 2025. Det kan passe med Ax-4, som tidligst starter i oktober 2024, eller Ax-5, som antas å fly i løpet av første halvdel av 2025. ●

# Asiatiske astronauter

## Del 3: Kina og Japan

Per Olav Sanner

I tredje og siste del av artikkelserien om asiatiske astronauter er vi kommet til stormaktene innen bemannet romvirksomhet i Asia, nemlig Kina og Japan.

### Kina

Kina var det første asiatiske landet som opprettet et astronautkorps, og det skjedde allerede i 1971, året etter at Kina sendte opp sin første satellitt. Ferder med romfartøyet Shuguang, som skulle ha plass til to astronauter og ligne det amerikanske Gemini, var ventet å begynne i slutten av 1973. Utvikling av det bemannede programmet startet i 1966, og hadde pågått med varierende intensitet siden da.

De 19 kandidatene fra flyvåpenet som ble valgt ut var Chai Hongliang, Dong Xiaohai, Du Jincheng, Fang Guojun, Hu Zhanzi, Li Shichang, Liu Chongfu, Liu Zhongyi, Lu Xiangxiao, Ma Zizhong, Meng Senlin, Shao Zhijian, Wang Fuhe, Wang Fuquan, Wang Quanbo, Wang Rongsen, Wang Zhiyue, Yu Guilin og Zhang Ruxiang.

Treningen startet i november 1971. Men manglende finansiering av programmet og politiske utrenskninger i ledelsen resulterte i at det ble avviklet allerede i mai 1972, og kandidatene returnerte til sine militære avdelinger.

I 1992 ble Prosjekt 921 vedtatt. Målet var utvikling av et bemannet romfartøy, et lite romlaboratorium som kunne besøkes i korte perioder og en permanent bemannet romstasjon. I januar 1998 ble 14 piloter fra flyvåpenet rekruttert. To av dem (Li Qinglong og Wu Jie) hadde allerede gjennomgått kosmonautopplæring i Russland fra 1996 for å kunne bidra som instruktører for gruppen.

I 2003 sendte Kina opp romfartøyet Shenzhou 5 med Yang Liwei om bord. Han ble den første kinesiske statsborgeren i rommet, og Kina ble det første landet etter Russland/Sovjetunionen og USA til å sende opp et eget, bemannet fartøy. Ferden varte i nesten ett døgn.

I 2005 fulgte Shenzhou 6 med to astronauter på en

nesten fem dager lang ferd.

Shenzhou 7 fløy i 2008 med tre astronauter på en tre dager lang ferd. To av dem foretok Kinas første romvandring, den ene i en russisk romdrakt, den andre i en kinesisk.

Det kinesiske astronautkorpset ble utvidet med sju nye flyvåpenpiloter i mars 2010. To av dem var kvinner (Liu Yang og Wang Yaping).

Shenzhou 8 foretok i 2011 ubemannede sammenkoblingsprøver med miniromstasjonen Tiangong 1. I 2012 fulgte Shenzhou 9 med tre astronauter. Blant dem var den første kinesiske astronauten til å fly to ganger og den første kinesiske kvinnen. Ferden varte i drøyt tolv dager.

Shenzhou 10 besøkte Tiangong 1 i 2013 på en 14 dager lang ferd med tre astronauter. Igjen hadde ett besetningsmedlem fløyet tidligere, og igjen deltok en kvinne.

Neste bemannede ferd var Shenzhou 11, som i 2016 besøkte Tiangong 2. Denne gangen var bare to astronauter om bord, men ferden varte i hele 32 dager.

I oktober 2020 ble astronautkorpset utvidet med hele 18 personer. Gruppen omfattet både piloter, ingeniører og forskere, og flere hadde sivil bakgrunn. Én var kvinne.

Shenzhou 12 skulle opprinnelig også ha fløyet til Tiangong 2, men det ble besluttet at man i stedet skulle sende fartøyet til den nye romstasjonen Tiangongs kjernemodul Tianhe, som først ble skutt opp i april 2021. Dermed var det ikke før i midten av

**«Den betydelige utvidelsen av astronautkorpset de senere årene henger sammen med at romstasjonen Tiangong nå er i full drift.»**



↑ **BESETNING:** Primærbesetning og reserver for romfergeferd STS-47 under befaring av laboriemodulen Spacelab før ferden. Japans tre første astronauter er alle med på bildet. Nyttelastspesialist Mamoru Mohri står i midten bak. Reservene Chiaki Mukai og Takao Doi står på kne til venstre og høyre foran. (Foto: NASA)

2021 at Shenzhou 12 kom av gårde med tre astronauter, to av dem veteraner, hvorav én på sin tredje ferd. Ferden varte i hele 92 dager, en ny rekord for Kina. Besetningen foretok to romvandring under oppholdet for å utruste romstasjonen.

Shenzhou 13 i 2021–22 ble den første ferden med en varighet på et halvt år, som heretter var standard. Oppgaven var videre utrustning av Tianhe, blant annet gjennom to romvandring. På én av dem deltok Wang Yaping, som både ble første kinesiske kvinne til å fly to ganger og til å arbeide utenfor romfartøyet.

Oppskytingen av Shenzhou 14 i midten av 2022 markerte starten på den permanente bemanningen av Tiangong. I løpet av oppholdet ble Tiangong utvidet med modulene Wentian og Mengtian, og besetningen gjennomførte tre romvandring.

Shenzhou 15 ble skutt opp i slutten av 2022, og for første gang avløste én kinesisk besetning en annen i rommet, slik at det i noen dager var hele seks kinesiske astronauter i rommet samtidig. Med dette var romstasjonen Tiangong å anse som operativ. Besetningen på Shenzhou 15 gjennomførte hele fire romvandring. Deng Qingming satte en verdensrekord han neppe hadde ønsket:

Det hadde gått nesten 25 år fra han ble tatt ut som astronaut til han fikk sin første ferd i rommet!

Et av besetningsmedlemmene på Shenzhou 16 i 2023 var den sivile nyttelastspesialisten Gui Haichao, med andre ord den først ikke-militære kinesiske astronauten. Veteranen Jing Haipeng var på sin fjerde ferd. Én romvandring ble gjennomført. Shenzhou 17 varte fra 2023 til 2024, og omfattet to romvandring. Shenzhou 18 ble skutt opp i april 2024, og skal etter planen vare til oktober.

Kinas romfartsadministrasjon kunngjorde 11. juni 2024 at ti nye astronauter er valgt ut, åtte piloter og to nyttelastspesialister. Nyttelastspesialistene skal være fra Hong Kong og Macao.

Den betydelige utvidelsen av astronautkorpset de senere årene henger sammen med at Tiangong nå er i full drift. Den bemannes permanent av tre personer, og det planlegges store utvidelser i årene fremover som vil kreve forsterket bemanning.

Kina har dessuten planer om bemannede ferder til Månen. Den første landingen ventes rundt 2030, og i årene etter det ønsker Kina å bygge ut en internasjonal base ved Månens sydpol. →



↑ **FØRST:** Yang Liwei, Kinas første astronaut, avbildet i 2011. Etter ferden med Shenzhou 5 er Yang blitt forfremmet til generalmajor. Han har i dag en lederstilling i Kinas bemannede romprogram. (Foto: Ignat Solovey via Wikimedia Commons)



↑ **FØRSTE KVINNE:** Liu Yang, Kinas første kvinnelige astronaut, avbildet i 2013. Liu har så langt fløyet med Shenzhou 9 og 14. (Foto: Manfred Werner via Wikimedia Commons)

## Japan

Det japanske astronautkorpset ble grunnlagt i august 1985 av romorganisasjonen National Space Development Agency of Japan (NASDA). Mamoru Mohri (fysiker), Chiaki Naito (senere Mukai, lege) og Takao Doi (ingeniør) ble da valgt ut for å delta som nyttelastspesialister på ferder med den amerikanske romfergen.

Opprinnelig så man for seg at alle tre skulle fly på en delvis japanskfinansiert romfergeferd i 1988 med romlaboratoriet Spacelab i lasterommet. Challenger-ulykken i 1986 forsinket planene kraftig. Da romfergen ble skutt opp på ferd STS-47 med Spacelab J i 1992, var Mohri den eneste nyttelastspesialisten om bord. Mukai og Doi fungerte som reserver.

Men Japan hadde omfattende planer for bemannet romvirksomhet. Nye forskningsferder med romfergen og Spacelab var på trappene. Det var også deltakelse i det som i dag er kjent som Den internasjonale romstasjonen (ISS), hvor Japan skulle bidra med en laboratoriemodul og det ubemannede forsyningsfartøyet HTV. NASDA hadde også begynt arbeidet med å utvikle den bemannede miniromfergen HOPE. (HOPE ble formelt kansellert i 2003, samme år som NASDA ble slått sammen med to andre organisasjoner og dannet Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA.)

I april 1992 ansatte man derfor en ny astronaut, Koichi

## «Noguchi ble den første japaner til å fly tre ulike romfartøy, og den første personen i verden til å lande på tre ulike måter.»

Wakata (ingeniør). Han ble straks sendt til Houston for å gjennomgå opplæring som ferdspesialist på romfergen. Wakata fullførte opplæringen i august 1993, og var da kvalifisert til å delta som «fullverdig» besetningsmedlem. Dette innebar blant annet å delta på romvandring og å benytte romfergens robotarm.

Mens Wakata utdannet seg til ferdspesialist, ble en ny Spacelab-ferd planlagt. Mukai deltok som nyttelastspesialist på STS-65/International Microgravity Laboratory-1 i 1994.

I 1995-96 ble også Doi utdannet som ferdspesialist.

I begynnelsen av 1996 var Wakata ferdspesialist på romfergeferd STS-72. Blant annet brukte han robotarmen til å hente inn den japanske materialforskningsstasjonen Space Flyer Unit, som var blitt sendt opp med en H-2-rakett i mars 1995.

I mai 1996 ble astronautkorpset utvidet med Soichi



↑ **FEM FERDER:** Koichi Wakata etter fullført romvandring på hans femte og hittil siste ferd. (Foto: NASA)

Noguchi (ingeniør). Noguchi startet i august ferdspesialistopplæring i Houston sammen med Mohri. De fullførte opplæringen sommeren 1998.

Da hadde Doi i mellomtiden fløyet sin første ferd, som ferdspesialist på STS-87 i slutten av 1997. Doi deltok på to romvandring under ferden. Det var første gang en japaner arbeidet utenfor et romfartøy.

I 1998 fløy Mukai igjen som nyttelastspesialist på STS-95, og ble med den første japaneren til å delta på en andre romferd. (Den andre nyttelastspesialisten om bord var ingen ringere enn John H. Glenn, som i 1962 ble første amerikaner til å kretse rundt Jorden.) Etter Mukai deltok alle japanere på romfergen som ferdspesialister.

I 1998 startet byggingen av ISS. Japanske astronauter skulle delta på en rekke ferder i årene fremover, så i februar 1999 var tiden kommet til å ansette tre nye: Satoshi Furukawa (lege), Akihiko Hoshide (ingeniør) og Naoko Sumino (senere Yamazaki, ingeniør).

De tre fikk grunnleggende opplæring i Japan i 1999-2001. Deretter fikk de avansert opplæring for å forberede seg på ferder til ISS, med særlig vekt på den japanske laboriemodulen Kibō. De ble frem til mai 2004 utdannet som ferdingeniører for Russlands Sojuz-fartøy, og fra juni 2004 til februar 2006 som ferdspesialister i Houston.

I mellomtiden var det nok å gjøre for de andre astro-

nautene. To av dem fløy i 2000: Mohri på STS-99/Shuttle Radar Topography Mission og Wakata på STS-92. STS-92 var en konstruksjonsferd til ISS hvor fagverksdelen Z1 og sammenkoblingsadapteren PMA-3 ble installert.

Noguchi var nestemann i rommet, på STS-114 i 2005. Ferden skulle opprinnelig funnet sted i 2003, men ble forsinket som følge av Columbia-ulykken i februar det året. STS-114 var en forsyningsferd til ISS. Noguchi deltok på tre romvandring.

I 2008 gjorde Doi comeback i rommet, som ferdspesialist på STS-123. Den trykksatte logistikkdelen av den japanske laboriemodulen Kibō ble installert på ISS.

Hoshide deltok samme år på STS-124. Besetningen monterte selve laboriemodulen til Kibō, samt den japanske robotarmen.

Wakata fikk sin tredje romferd i 2009. Han ble i mars skutt opp med romfergen Discovery på STS-119 til ISS. Fagverksdelen S6 med tilhørende solcellepaneler og batterier var viktigste nyttelast. Han ble værende på ISS da Discovery returnerte til Jorden, som første japanske medlem av en romstasjonsbesetning. Wakata landet i juli med Endeavour på STS-127, som leverte de siste delene til Kibō-laboriet, blant annet den utvendige eksperimentplattformen.

I april 2009, mens Wakata var i rommet, plukket JAXA ut to nye astronauter. Disse var Takuya Onishi →



↑ **ERFAREN:** Jing Haipeng er Kinas mest erfarne astronaut, her i et konsentrert øyeblikk før hans fjerde ferd. (Foto: China News Service via Wikimedia Commons)

(ingeniør og pilot) og Kimiya Yui (jagerflyver og testpilot). I september ble enda en astronaut ansatt: Norishige Kanai (lege). Alle tre ble sendt til Houston for å gjennomgå grunnopplæringen for ferder til ISS, som de fullførte i juli 2011.

I slutten av 2009 startet Noguchi på sin andre ferd, denne gangen som ferdingeniør på det russiske fartøyet Sojuz TMA-17. Han ble med det den første japaneren til å fly to ulike typer romfartøy, og tilbragte over fem måneder på ISS. Da hans kvinnelige kollega Yamazaki besøkte stasjonen på STS-131 i april 2010, var for første gang to japanere i rommet samtidig.

De neste årene fløy de japanske astronautene med Sojuz på ISS-ferder av rundt et halvt års varighet: Furu-kawa på Sojuz TMA-02M i 2011, Hoshide på TMA-05M i 2012 (tre romvandring), Wakata på TMA-11M i 2013-2014 (første japanske ISS-sjef), Yui på TMA-17M i 2015, Onishi på MS-01 i 2016 og Kanai på MS-07 i 2017-2018.

I 2020–2021 var Noguchi tilbake i rommet, denne gangen med et Crew Dragon-fartøy fra SpaceX på ferd Crew-1 til ISS. Han foretok en ny romvandring under oppholdet. Han ble den første japaner til å fly tre ulike romfartøy (romfergen, Sojuz og Crew Dragon), og den første personen i verden til å lande på tre ulike måter (på rullebane, på landjorden og i havet).

**TABELL 1: Kinas astronauter**

(ordnet etter første ferd, deretter alfabetisk)

Navn	Født	Uttak	Ferder	Sluttet
Yang Liwei	1965	1998	Shenzhou 5 (2003)	Inaktiv
Fei Junlong	1965	1998	Shenzhou 6 (2005), 15 (2022–23)	
Nie Haisheng	1964	1998	Shenzhou 6 (2005), 10 (2013), 12 (2021)	
Zhai Zhigang	1966	1998	Shenzhou 7 (2008), 13 (2021–22)	
Jing Haipeng	1966	1998	Shenzhou 7 (2008), 9 (2012), 11 (2016), 16 (2023)	
Liu Boming	1966	1998	Shenzhou 7 (2008), 12 (2021)	
Liu Wang	1969	1998	Shenzhou 9 (2012)	
Liu Yang	1978	2010	Shenzhou 9 (2012), 14 (2022)	
Zhang Xiaoguang	1966	1998	Shenzhou 10 (2013)	
Wang Yaping	1980	2010	Shenzhou 10 (2013), 13 (2021–22)	
Chen Dong	1978	2010	Shenzhou 11 (2016), 14 (2022)	
Tang Hongbo	1975	2010	Shenzhou 12 (2021), 17 (2023–24)	
Ye Guangfu	1980	2010	Shenzhou 13 (2021- 22), 18 (2024–)	
Cai Xuzhe	1976	2010	Shenzhou 14 (2022)	
Deng Qingming	1966	1998	Shenzhou 15 (2022–23)	
Zhang Lu	1976	2010	Shenzhou 15 (2022–23)	
Zhu Yangzhu	1986	2020	Shenzhou 16 (2023)	
Gui Haichao	1986	2020	Shenzhou 16 (2023)	
Tang Shengjie	1989	2020	Shenzhou 17 (2023–24)	
Jiang Xinlin	1988	2020	Shenzhou 17 (2023–24)	
Li Cong	1989	2020	Shenzhou 18 (2024–)	
Li Guangsu	1987	2020	Shenzhou 18 (2024–)	
Chen Quan	1963	1998		2014
Li Qinglong	1962	1998		2014
Pan Zhanchun	1966	1998		2014
Wu Jie	1963	1998		2014
Zhao Chuangdong	1963	1998		2014

**TABELL 2: Japans astronauter**

(ordnet etter første ferd, deretter alfabetisk).

Navn	Født	Uttak	Ferder	Sluttet
Mamoru Mohri	1948	1985	STS-47 (1992), STS-99 (2000)	2001
Chiaki Mukai	1952	1985	STS-65 (1994), STS-95 (1998)	2015
Koichi Wakata	1963	1992	STS-72 (1996), STS-92 (2000), STS-119 (2009), Sojuz TMA-11M (2013–14), Crew-5 (2022–23)	2024
Takao Doi	1954	1985	STS-87 (1997), STS-123 (2008)	2009
Soichi Noguchi	1965	1996	STS-114 (2005), Sojuz TMA-17 (2009–10), Crew-1 (2020–21)	2022
Akihiko Hoshide	1968	1999	STS-124 (2008), Sojuz TMA-05M (2012), Crew-2 (2021)	
Naoko Yamazaki	1970	1999	STS-131 (2010)	2011
Satoshi Furukawa	1964	1999	Sojuz TMA-02M (2011), Crew-7 (2023–24)	
Kimiya Yui	1970	2009	Sojuz TMA-17M (2015), planlagt ferd i 2025	
Takuya Onishi	1975	2009	Sojuz MS-01 (2016), planlagt ferd i 2025–26	
Norishige Kanai	1976	2009	Sojuz MS-07 (2017–2018)	
Makoto Suwa	1977	2023	Under opplæring	
Ayu Yoneda	1995	2023	Under opplæring	

Denne rekorden fikk ikke Noguchi være lenge alene om, da Hoshide ankom ISS med Crew-2 i 2021. I likhet med Wakata hadde han en periode kommandoen på ISS, og han foretok en ny romvandring.

I 2022–2023 ble Wakata første japaner til å fly en femte romferd, denne gangen med Crew-5. Han utførte to romvandring. Man skulle kanskje tro at han hadde fått nok av rommet da han i 2024 forlot JAXA etter 32 år som astronaut og totalt 504 døgn i bane. Slett ikke: Han ble kort etter ansatt av det amerikanske selskapet Axiom Space. Der har han ansvar for selskapets satsing i Øst-Asia, og han er også aktuell som fartøysjef på Axioms kommersielle ferder til ISS og senere selskapets egen, planlagte romstasjon Axiom Station.

**«Japan har også planer utenfor jordbane. JAXA har lenge hatt en avtale med NASA om deltakelse på ferder i Artemis-programmet.»**

I 2025 skal to japanske astronauter til ISS igjen. Først ut er Yui, som etter planen skal delta på den første operasjonelle ferden med Boeings Starliner-fartøy i februar. Deretter følger Onishi, sannsynligvis på Crew-10 i august.

I april 2023 rekrutterte JAXA to nye astronauter, Makoto Suwa (klimaforsker) og Ayu Yoneda (lege). Han var med 46 år den eldste astronautkandidaten JAXA har ansatt, hun er med 28 år den yngste. De ventes å fullføre grunnopplæringen i november 2024, og vil deretter forberede seg på ferder til ISS.

Men Japan har også planer utenfor jordbane. JAXA har lenge hatt en avtale med NASA om deltakelse på ferder i Artemis-programmet, i første omgang til den planlagte miniromstasjonen Gateway i månebane. Til gjengjeld skal Japan levere forsyninger til Gateway og utvikle viktige deler av livsoppholdssystemene om bord.

Men i april 2024 inngikk partene en ny avtale som gir Japan to plasser på landingsferder, i bytte mot at landet utvikler et trykksatt kjøretøy som kan kjøres bemannet eller ubemannet på lengre turer på måneoverflaten. Dermed kan en representant for Soloppgangens land bli den første ikke-amerikaner på Månen, med mindre en kollega fra Midtens rike kommer vedkommende i forkjøpet. ●

# Dream Chaser – det første kommersielle romflyet: Del 2: Sammenstilling og ferdsimulering

Per Arne Marthinsen



↑ **SHOOTING STAR:** Bildet illustrerer Dream Chaser med Shooting Star tilkoblet.

**R**omflyet Dream Chaser, DC-101 Tenacity, ble ferdigstilt tidlig i november 2023, og ble sendt fra Sierra Space i Louisville, Colorado, til NASAs Neil A. Armstrong Test Facility i Sandusky, Ohio, for miljøtesting, før den ble fraktet til Kennedy Space Center for flere tester.

Som en del av forberedelsene til den kommende testferden ble det utført ferdsimulering fra NASAs Mission Control Center i Houston, Texas, sammen med Sierra Space sitt relativt nylig ferdigstilte Dream Chaser Mission Control Center (DC-MCC) i Louisville, Colorado.

Fra den første interaktive simuleringen med NASA i oktober 2023 lå fokuset hovedsakelig på prosedyrene for kobling til ISS. Dette for å demonstrere for NASA at Sierra Space kan navigere Dream Chaser uten å få en utilsikket kontakt med ISS. De vil fly rundt ISS i en avstand på flere kilometer, og så fort det er demonstrert, vil Dream Chaser bli parkert under ISS.

Deretter vil Dream Chaser gradvis nærme seg et område rundt ISS som kalles «tilnæringsellipsoide», før Dream Chaser når den indre sonen, kjent som en imaginær grense, «keep-out sphere». Hver sone-endering på veien til ISS blir koordinert med NASA for klarsignal til å fortsette. Dette var en viktig del av treningen til den kommende ferden.

De siste 330 meterne inn til ISS vil bli langsetter hva som kalles en R-bar, som er radiusvektoren fra ISS til Jorden. Underveis til ISS blir det stopp-punkter for bestemte tester, som å sjekke lysdeteksjon og avstandssystemer (Lidar – en optisk fjernmålingsteknikk som brukes for hurtigmåling) for å sikre at disse systemene fungerer. Lidar-sensorene bruker pulserte laserstråler og triangulering for avstandsmåling mellom romfartøylene for å være sikker på at orientering og avstand er som forventet.



↑ **LASTEROM:** Et snitt av Dream Chaser og Shooting Star sine lasterom.

Sammen med dette er det et tredje system kalt D POS (Dissimilar Proximity Operations Sensor), som er en annen Lidar-enhet med en annen programvare. Dersom det er et problem, har de den tredje kilden til hjelp for å bekrefte posisjonen. Programvaren til D POS inneholder også en 3D-modell av ISS, hvor de sammenligner målte posisjonsdata med den spesifikke orienteringen, og om avstanden er som forventet.

Så snart DC-MCC har fått klarsignal, går det sakte opp til R-bar gjennom å nærme seg ellipsoiden og den imaginære grensen, inntil de er 11,5 meter under ISS. Når Dream Chaser kommer til det punktet, og har fått klarsignal, vil Dream Chaser drive fritt uten hjelp fra sine seks skyvekraftmotorer. Dette gjøres for ikke å risikere å skade ISS sin Canadarm2.

I den situasjonen har mannskapet om bord på ISS bare noen minutter på seg til å gripe tak i hekten til lastemodulen Shooting Star, som sitter på baksiden av Dream Chaser, før denne begynner å drifte på utsiden av det de kaller «gripeboksen». Feiler dette, vil Dream Chaser sakte bli dratt tilbake, og manøveren gjøres på nytt 24 timer senere. Sammenkoblingsporten er også her Node2-Harmony - men planlagt på Zenith-porten.

### Fremtiden til konseptet Dream Chaser

Dream Chaser vil etter hvert bli en familie av romfartøy. Starten er lastefartøyet DC-101 Tenacity, men Sierra Space er nå i konstruksjonsfasen til etterfølgerne DC-200 og DC-300. DC-200 markerer tilbakevending til den opprinnelige bemannede varianten av Dream Chaser, som var i konkurranse med SpaceX og Boeing i 2014 om et bemannet romfartøy til ISS, og DC-200 vil

## «Dream Chaser vil etter hvert bli en familie av romfartøy.»

også danne basisen for en planlagt nasjonal sikkerhetsversjon.

Uansett, i motsetning til den første bemannede konstruksjonen til Dream Chaser, så er den reviderte DC-200 40 % større, og kan godt utvikles til et romfly med vinger istedenfor en annen lifting-body-enhet.

Det som er unikt med Dream Chaser er at den vil kunne lande på store kommersielle rullebaner hvor som helst i verden, og den kan veldig raskt bevege seg mellom to punkter, hvor som helst på jordoverflaten. Det siste ligger litt fram i tid. Så lenge Sierra Space har avtale med NASA om syv nyttelastferder til ISS, ønsker NASA at Dream Chaser lander direkte på Shuttle Landing Facility ved Kennedy Space Center i Florida for raskt å kunne hente ut eventuelt sensitiv nyttelast fra ISS.

På veien tilbake til Jorden kommer Dream Chaser inn i atmosfæren med en hastighet på Mach 25, og omtrent 20 minutter senere er hastigheten omtrent nede i Mach 4. Den brede buken til Dream Chaser gir konstruksjonen relativt sett et high-lift-to-drag-forhold som gjør det mulig med større cross-range – endre retning raskt når målet er til siden for oppskytingsstedet, hvilket gir et større valg av landingssteder.

Cross-range området for DC-100 serien er antatt å være opp til 1296 km, som betyr at romflyet kan komme inn i atmosfæren i en retning som projisert ned på →



↑ **RAKETTEN:** Illustrasjon av United Launch Alliance (ULA) sin Vulcan Centaur, og beskyttelseskjoldet rundt Dream Chaser

jordoverflaten kan ligge 1296 km fra landingsstedet, målt vinkelrett på den opprinnelige kursen; Dream Chaser vil likevel ha tilstrekkelig energi for en vellykket glidende landing.

For øyeblikket ligger fokuset på DC-101 Tenacity, som er først i DC-100-serien, så vil DC-102, som det andre romflyet i serien, ferdigstilles.

Alle ferdene til ISS med Dream Chaser vil ha med seg lastemodulen Shooting Star.

### Shooting Star

I 2019 ble Sierra Space, samtidig med SpaceX og Orbiter ATK Inc. (eller Northrop Grumman Space Systems i dag), tildelt kontrakt for nyttelast-levering til ISS under Commercial Resupply Services 2 (CRS2).

Shooting Star vil på samme måte som lastefartøyene Dragon fra SpaceX, Cygnus fra Northrop Grumman,

«**Flisene er hovedsakelig silikastøv og luft, som gir den beste isoleringen som finnes, og flisene er superlette.**»

Russlands Progress og Japans HTV, ha med seg forskjellige typer nyttelast og nødvendig utstyr til ISS.

Shooting Star er 4,8 meter lang og har en lastekapasitet på 4500 kg fordelt på trykksatt og ikke trykksatt nyttelast, og er utstyrt med to solcellepaneler som forsyner Dream Chaser med strøm. Mannskapet om bord ISS får tilgang til nyttelasten i Shooting Star gjennom den bakre luken som er tilkoblet ISS.

Når den nærmeste nyttelasten er flyttet over til ISS, kan de fortsette inn mot Dream Chasers lasteluke, som gir tilgang til resten av nyttelasten. Astronautene har hele tiden det samme miljøet å arbeide i som de har om bord i ISS.

Shooting Star kan ha tre forskjellige ikke trykksatte nyttelasttyper på utsiden som hver kan veie opptil 500 kg, eller én type nyttelast som veier opptil 1500 kg. Disse vil bli hentet inn med Canadarm2 for montering på utsiden av ISS.

Shooting Star er ikke gjenbrukbar, men blir frigjort fra Dream Chaser før denne går inn i atmosfæren, for så å brenne opp på veien ned.

### Dream Chaser – Termisk beskyttelse

Selve romflyet er 9,9 meter langt, og har en vekt på 1158 kg. Vingespennet er på 8,91 meter. Som de tidligere romfergene har også Dream Chaser en termisk beskyttelse (Thermal Protection System – TPS). Den har 2200 individuelle keramiske fliser, hvor én del er et Nomex-type dekke som beskytter resten av strukturen rundt den bakre delen og styreroret (rudder elevons – kombinert høyde- og balanseror). Flisene er hovedsakelig silikastøv og luft, som gir den beste isoleringen som finnes, og flisene er superlette.

Forskjellen mellom romfergenes og Dream Chasers fliser er at Dream Chaser sine er større. De har en stor flat overflate, som måler 25 × 25 cm, hvilket gjør at det ikke er nødvendig med så mange fliser. Størrelsen på romfergens fliser var 10 × 10 cm – med et antall på 24 000.

Bare 70 fliser ble montert i uken for ikke å gå for raskt frem. På den måten var en sikker på at flisene ble montert uten avstand til underlaget. Under den hypersoniske ferden i atmosfæren er det ikke ønskelig at flisene blir destabilisert, og dratt inntil hverandre.

Dream Chaser vil gå gjennom forskjellige varmesoner hvor ryggen og neseområdet vil møte 1648 grader Celsius, mens den bakre, lavere delen muligens bare blir utsatt for 371 grader Celsius.



← **KLARGJORT:** Bilde av lastemodulen Shooting Star i Louisville, Colorado

Her vil flisene forandre størrelse under de forskjellige temperaturene, så avstanden mellom flisene må være helt nøyaktig.

Flisene er som tidligere nevnt montert på Nomaxskum. Det gjør at flisene kan flyte litt, så de kan dytte på hverandre, ettersom Dream Chaser går gjennom de forskjellige varmesonene. For NASA tok det lang tid før de greide å stabilisere flisene på romfergen.

### Bemannet kontra lastefartøy

Til forskjell fra en bemannet versjon er det for lastevervsjonen nødvendig med tilleggsmodulen Shooting Star. Modulen gjorde at det maksimale dynamiske trykket under oppskyting ville øke. Det gjorde det nødvendig å sette Dream Chaser i et beskyttelsesskjold (fairing) på bæreraketten (Vulcan Centaur). Vingene måtte omkonstrueres til en foldemekanisme for å kunne passe innenfor skjoldet. Dette igjen økte vekten.

Det var også en konstruksjonsutfordring sett fra det termiske beskyttelsesaspektet. Vingene vipper, for deretter å settes tilbake langsetter et «bananaspor». Grunnen til «bananasporet» er at vingene ikke kan gå i en rett linje da det ikke er ønskelig å skrape mot et trykksatt miljøforsegling. Utenfor miljøforseglingen er den termiske barrieren.

Dream Chaser er antatt å kunne gjøre minimum 15 fer-

## «Dream Chaser er antatt å kunne gjøre minimum 15 ferder per system.»

der per system, og den har en lav G-belastning under tilbakevendingen – 1,5 G. Det er en fordel for det kommende mannskapet om bord på DC-200, og for følsom nyttelast.

Siden DC-200 blir et bemannet romfly, kan det ikke ha et beskyttelsesskjold som DC-100, men Sierra Space regner med at det vil bli utstyrt med et redningssystem lik det som er utviklet for SpaceX sin Crew Dragon. Sierra Space vil etter hvert teste et slikt system med testfartøyet som ble brukt for å demonstrere automatisk flygning ved Edwards Air Force Base, California i 2013 og 2017.

### Drivstoff

DC-100-serien bruker et hybrid system for reaksjonskontroll, som består av drivstoffene hydrogenperoksid og parafin (RP-1) til banemanøvre, styring ut av banen (deorbit burn), og stillingskontroll under tilbakevendingen.

Per juni er det ikke satt en dato for oppskyting til ISS, men sannsynligvis vil det bli en gang i løpet av høsten. ●

# Space Rider

Jan Petter Løberg



↑ **SEKVENNS:** Space Rider fra oppskyting til landing.

**S**pace Rider er et prosjekt utviklet av ESA, som har som mål å bidra til at Europa får et rimelig, uavhengig transportsystem som skal kunne transportere nyttebelast til og fra jordbane, og kunne bli benyttet til flere oppskytinger. Romfartøyet skal benyttes kommersielt med vitenskapelig nyttebelast, og returnere til Jorden. Det franske selskapet Arianespace er tiltenkt rollen som operatør av Space Rider, og skal kunne tilby private- og statlige industriselskaper muligheten til å utføre materialtesting, telekommunikasjon og robotteknologi som må gjøres i mikrogravitasjon.

Allerede på 1980-tallet, med utviklingen av romfergen til NASA, ble ideen om et europeisk romfartøy som kunne benyttes flere ganger, utviklet. De nasjonale romfartsorganisasjonene i Frankrike og Tyskland arbeidet parallelt med sine ideer. Med støtte fra ESA ble romfergen Hermes utviklet, men prosjektet ble kansellert tidlig på 1990-tallet.

I årene som fulgte ble det utviklet flere konsepter. Tidlig i 2005 ble prosjekt IXV (Intermediate eXperimental Vehicle) formelt igangsatt og støttet av de fleste medlemmene i ESA, med Italia som den viktigste finansi-



↑ **PÅ Plass:** Space Rider i jordbane.

**«Europa får et rimelig, uavhengig transportsystem som skal kunne transportere nyttelast til og fra jordbane.»**

elle bidragsyteren.

Romfartøyet IXV foretok sin jomfrutur i februar 2015 etter store forsinkelser. Oppskytingen ble foretatt med raketten VEGA, og etter en vellykket ferd til en høyde av 412 kilometer, landet romfartøyet med fallskjerm i Stillehavet.

I 2016 godkjente ESA et budsjett som innebar en videreutvikling av prosjekt IXV. Basert på erfaringene fra testflyvningen og nye krav, ble det igangsatt et arbeid med utviklingen av romfartøyet design. Samtidig ble prosjektet omdøpt til Space Rider.

Målsettingen var å foreta en testflyvning med bæreraketten VEGA-C i 2021, utføre fem testflyvninger med 6-12 måneders mellomrom og fra 2025 sette romfartøyet i ordinær drift. Imidlertid har prosjektet hatt langvarige utsettelse. Nye oppskytinger med bæreraketten VEGA-C er utsatt til oktober 2024 på grunn av redesign av rakettmotoren Zefiro-40. I tillegg har Space Rider gjennomgått visse teknologiske endringer.

Space Rider vil operere i jordbane i 400 kilometers høyde med inntil to måneders varighet, og skal kunne benyttes til inntil seks oppskytinger. Romfartøyet har en lengde på ca 8 meter. Med inntil 600 kg nyttelast om bord har romfartøyet en startvekt på 4,6 tonn. Vekten ved landing vil være ca 2,8 tonn.

Space Rider består av to seksjoner. Den første seksjonen er en forlengelse av det fjerde trinnet på bæreraketten Vega-C og inneholder drivstoff, styringssystemer og strømforsyning som romfartøyet trenger for å nå den

planlagte jordbanen og oppholde seg der.

Nyttelasten om bord er plassert i den andre seksjonen. Den er utstyrt med et varmeskjold som skal beskytte eksperimentene fra varmen som oppstår under tilbakevingen gjennom Jordens atmosfære.

Space Rider vil ta i bruk en ny teknikk for å gjennomføre landingssekvensen under landing, som vil foregå på en ny landingsstripe som er under bygging ved ESAs romsenter i Kourou i Fransk Guiana. Bremsraketten om bord tennes, og etter ferden gjennom atmosfæren utløses en 70 kvadratmeter stor såkalt parafoil i en høyde av fem kilometer. Denne ligner en fallskjermvinge som benyttes av paraglidere. Deretter skal Space Rider styre seg selv til en myk landing.

ESA begynte en omfattende testing av Space Rider i 2023 og fortsetter i inneværende år. Disse testene går ut på å finne ut av hvordan Space Rider oppfører seg under oppskyting, under flyvning i rommet og ikke minst under landing. Selve landingsekvensen er en utfordring. En nedskalert testmodul skal gjennomgå over 100 drop-tester fra forskjellige høyder for at man skal være sikker på at romskipet oppnår korrekt stabilisering før det lander. Testingen skal også ta hensyn til at Space Rider kan lande under forskjellige værforhold, som for eksempel spesielt kraftig vind. Hvis alt går etter planen, vil en jomfrutur med romfartøyet foregå mot slutten av inneværende år, eller senest første kvartal 2025. Imidlertid er dette avhengig av hvordan det går med ferdigstillingen av raketten Vega-C. ●



# Hubble på asteroidejakt!

Jan Petter Løberg

I løpet av de seneste årene har det blitt en økende oppmerksomhet relatert til asteroider som en gang i fremtiden kan være en trussel mot Jorden. Tusenvis av små og store himmellegemer har blitt registrert som potensielle farer, men sannsynligheten for at en av disse skal treffe Jorden er foreløpig relativt liten. Imidlertid er det en klar enighet om at trusselen må tas på alvor, og at det er behov for å finne løsninger på hvordan man skal kunne avverge en katastrofe hvis man skulle oppdage en asteroide med retning mot Jorden.

NASA har funnet ut at 40% av kjente asteroider med en diameter på over 140 meter på sikt kan utgjøre en trussel. Derfor har organisasjonen igangsatt en kontinuerlig leting etter nye objekter i Solsystemet. Både ESA og NASA har de seneste årene lansert ideer om hvordan man kan unngå at asteroider treffer Jorden, og begge selskapene har kommet opp med konkrete tiltak.

Den 26. september 2022 lyktes NASA i å sende et romfartøy mot asteroiden Didymos og krasje inn i asteroidens lille måne Dimorphos. Dette skjedde med det lille romfartøyet Dart etter en ferd til asteroiden på nesten ett år. Dart hadde på kollisjonstidspunktet en hastighet på 6,6 kilometer i sekundet, eller 23 760 kilometer i timen. Resultatet av treffet ble observert og målt av teleskoper på bakken, og NASA annonserte at DART hadde senket omløpshastigheten til Dimorphos rundt Didymos med 32 minutter, fra en omløpshastighet på ca 12 timer. Eksperimentet ble betegnet som vellykket, og vil være en svært aktuell løsning hvis en asteroide i fremtiden utgjør en trussel mot Jordens befolkning.

Parallelt med NASAs prosjekt Dart er ESA i gang med

utviklingen av sitt eget prosjekt som skal observere nye kometer og asteroider som kommer fra utkanten av Solsystemet og som passerer de indre planetene. Comet Interceptor er et romfartøy som skal ligge på L2-punktet, og skal gjennomføre et møte med objektet. Oppskyting av romfartøyet er foreløpig planlagt i 2029. Flere detaljer om Comet Interceptor er for øvrig omtalt i Romfart nr. 3 i 2023.

Flere observasjoner vil bli kjent når romfartøyet Hera, et prosjekt utviklet av ESA, når frem til Dimorphos. Oppskytingen av Hera, som er planlagt i oktober inneværende år, vil etter planen skje med den nye bæreraketten Ariane 6. Hvis det viser seg at ferdigstillingen av raketten blir ytterligere forsinket, vil Hera bli sendt opp i rommet med en Falcon 9 rakettkraft fra SpaceX. Romfartøyet vil bruke lengre tid til asteroidene enn Dart. To uker etter oppskyting vil bakkekontrollen foreta en såkalt «Deep Space Maneuver» (DSM) som vil sende Hera mot Mars. Der foretar romfartøyet en sving rundt planeten i en høyde av 5000 til 8000 kilometer med en påfølgende forbiflyvning av månen Deimos i mars 2025. En ny DSM i januar 2026 sender Hera i retning Didymos / Dimorphos. Nedbremsing skjer i midten av desember 2026 og romfartøyet skal deretter gå inn i en bane rundt asteroidene i slutten av januar eller begynnelsen av februar 2027. Hera er for øvrig omtalt i Romfart nr. 3 i 2021.

I etterkant av den vellykkete ferden til Dart har astronomene benyttet romteleskopet Hubble til å gjøre observasjoner i etterkant av kollisjonen med Dimorphos. Det har ført til at Hubble har registrert en sverm av steinblokker rundt asteroiden. Disse objektene er i størrelsesorden én til syv meter i diameter. Noen har landet på asteroiden,

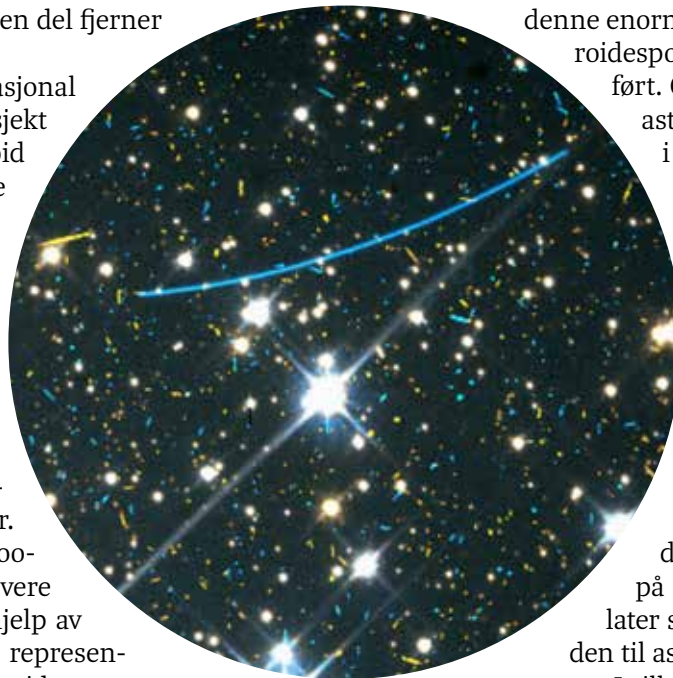


↑ **HUBBLE:** Romteleskopet Hubble i bane rundt Jorden.

andre fortsetter i bane mens en del fjerner seg fra Dimorphos.

I 2019 etablerte en internasjonal gruppe av astronomer et prosjekt som ble kalt «Hubble Asteroid Hunter». Initiativet til dette prosjektet ble videreført av forskere og ingeniører ved European Science and Technology Centre (ESTEC) og European Space Astronomy Centre (ESDC) i samarbeid med Zooniverse, som er verdens største og mest populære organisasjon for interesserte amatører. 11 482 frivillige amatører i Zooniverse ble lært opp til å observere asteroider, blant annet ved hjelp av AI-teknikk. Denne metoden representerer en ny måte å finne asteroider på, og vil i fremtiden også bli benyttet til andre oppgaver.

Gruppen hentet frem et stort arkiv bilder som tidligere er fotografert av Hubble. Dette for å undersøke om de kan finne asteroider som tidligere ikke har blitt observert. Arkivet består av 37 000 bilder som Hubble har tatt gjennom 19 år. Resultatet av



↑ **SPOR:** Asteroidespor på et bilde fotografert av romteleskopet Hubble.

denne enorme jobben var funn av 1701 asteroidespor hvorav 1301 ikke var katalogført. Omtrent 400 av disse igjen var asteroider med en diameter på i underkant av én kilometer. Forskerne mistenkte at disse ukjente asteroidene fantes, imidlertid kom det som en overraskelse at antallet var så stort.

Romteleskopet Hubble befinner seg som kjent i bane rundt Jorden, og forandrer posisjon mens det observerer en asteroide. Når forskerne kjenner Hubbles posisjon når det observerer, og måler kurven på lyssporet som asteroiden etterlater seg, kan man bestemme avstanden til asteroiden og beregne dens bane. I tillegg vil Hubbles sensitive kameraer måle objektets lysstyrke. Avstanden og lysstyrken gir et godt svar på asteroidens størrelse.

Hubble vil også i fremtiden bli benyttet i jakten på asteroider. Arbeidet fremover vil bli å beregne banene til de nye funnene og dermed skaffe seg en bedre oversikt over eventuelle trusler mot Jorden. ●

## Delta-rakettene er historie

**Forsidebildet:** NROL-70-oppskytingen med en Delta IV Heavy-rakett fra oppskytingsrampe 37 på Cape Canaveral den 9. april 2024 markerte slutten på et bærerakettprogram som har struktet seg over 70 år, avstedkommet over 300 oppskytinger og vært en meget viktig del av det sivile og særlig det militære amerikanske romprogrammet.

Delta IV Heavy debuterte i 2004 og ble operativ i 2007. Da var den verdens største og kraftigste bærerakett i bruk, i betydning nyttelastkapasitet til kretsløp. Dette i motsetning til de første Delta-rakettene, som var tilegnet relativt små satellitter, mens de samtidige rakettene i Atlas-, Titan- og senere Saturn-familie tok seg av de større nyttelastene.

De siste årene ble det Falcon Heavy og SLS som skjøv Delta IV Heavy nedover på listen over de kraftigste operative bærerakettene.

Den første oppskytingen av en satellitt med en bærerakett med Delta i navnet skjedde i 1960, da den eksperimentelle kommunikasjonssatellitten Echo 1 ble skutt opp med en Thor Delta-rakett. Delta (Δ) er den fjerde bokstaven i det greske alfabetet, og navnet Thor Delta henspilte både at dette var den fjerde varianten av Thor-raketten og navnet på det øvre trinnet, et modifisert Able-trinn. Delta-navnet skulle bli hengende ved denne bærerakettfamilien de påfølgende tiårene.

Thor Delta hadde muligens ikke stort mer til felles med Delta IV Heavy enn lungefisk har med homo sapiens. Men i begge tilfeller strekker det seg en ganske så ubrutt utviklingslinje mellom de aktuelle trinnene.

Thor-programmet ble igangsatt av det amerikanske luftforsvaret (USAF) i 1954 som et kjernefysisk mellomdistanserakettvåpen, som skulle supplere de interkontinentale Atlas- og Titan-rakettene. Mens sistnevnte ble utplassert på amerikansk jord, ble Thor utplassert i Storbritannia, hvor de hadde kortere flytid til Sovjetunionen.

Selskapet Douglas (fra 1967 McDonnell Douglas) vant i 1955 kontrakten med å bygge Thor-rakettene, oppkalt etter vår egen tordengud. Testopp-skytinger begynte fra Cape Canaveral i 1957. Som med de fleste testprogrammer på den tiden var Thor-testene dominert av mislykkede oppskytinger.

Noe annet som preget rakettvåpenene var den åpenbare muligheten av å bruke dem til å skyte opp disse nymotens satellittene og romfartøylene. Mens Atlas- og Titan kunne brukes til de bemannede Mercury- og Gemini-romfartøylene, måtte Thor ta til takke med mindre nyttelaster.

Den første satellitten skutt opp med en Thor var Explorer 6, i august 1959. Den første vellykkede romsonden ble Pioneer 5, sendt inn i bane rundt Solen i november 1959.

Som bærerakett for satellitter måtte Thor utstyres med øvre trinn hentet fra andre prosjekter, som bidro til at raketene ofte fikk et litt pussig utseende.

De videreutviklede rakettene i Delta-serien, som det ble mange modeller av, fikk etter hvert påmontert relativt små til middels store faststoffmotorer for å øke ytelsen. Innledningsvis tre, senere økt til inntil ni. Dette ble videreført på Delta II, introdusert i 1989, primært for å skyte opp den første operative konstellasjonen av GPS-satellitter, men også brukt til NASA-nyttelaster som Spitzer-teleskopet og Mars-roverne Spirit og Opportunity.

Varianter av Delta IV, inkludert Heavy, er den eneste bærerakett som har benyttet flytende hydrogen og oksygen i alle trinn, også siderakettene. Delta IVs øvre trinn ble opprinnelig utviklet til Delta III, som aldri ble noen suksess. Selve trinnet vil imidlertid leve videre litt til og vil bli brukt på de to neste SLS-oppskytingene, som skal sende Orion-romfartøyet på bemannede Artemis II- og -III-ferdene til Månen.

Boeing overtok McDonnell Douglas i 1997 og har sammen med Lockheed Martin driftet Delta IV-programmet gjennom datterselskapet ULA (United Space Alliance). Den nye bærerakett Vulcan Centaur skal overta oppgavene til Delta IV, samt til Atlas V, som også skal fases ut.

*Øyvind Gulbrandsen*



Thor-Delta



Delta II



Delta III