

Nedräkningen börjar: 43 timmar och klockan tickar

Med 43 timmar kvar till start aktiveras nedräkningsklockan. Det görs när den ansvarige för testningen av rymdfärjan (Shuttle Test Director) bekräftar att uppsändningsteamet är på plats och klara för slutinspektionen. Under de följande 16 timmarna utförs ett antal aktiviteter. Bl.a. ska navigationssystemen aktiveras och testas och flygdäck ska inspekteras. 27 timmar före start stoppas nedräkningen för ett uppehåll som normalt varar under fyra timmar. Under uppehållet lämnar all personal som inte behövs uppsändningsområdet.



Nedräkningsklockan vid Kennedy Space Center före uppsändningen av uppdrag STS-114, "Återgång till flygning", den 26 juli 2005. (Bild: NASA)

När nedräkningen återupptas startar man förberedelserna för tankning av flytande syre och flytande väte i rymdfärjans bränsleceller. Det är bränslecellerna som förser rymdfärjan med kraft under uppdraget. När det är klart öppnas området runt startplattan igen. När det är 19 timmar kvar till start gör man ett andra uppehåll i nedräkningen. Även detta uppehåll varar i omkring fyra timmar.

När nästa nedräkningsperiod inleds, förbereder man rymdfärjans tre huvudmotorer för tankning av drivmedel och flygning, startplattans ljuddämpningssystem fylls med vatten och olika uppgifter slutförs. 11 timmar före start inleds det längsta uppehållet som varar 12-13 timmar. Styrnings-, navigerings- och kommunikationssystemen kontrolleras och den roterande servicestrukturen rullas tillbaka till sin uppställningsposition.

Klockan startar igen 11 timmar före start. Man aktiverar rymdfärjans bränsleceller och all personal som inte behövs lämnar området. Det beror på att det finns risk för explosioner i detta område. När man förbereder för att tanka den externa tanken med superkallt drivmedel fyller

man lastutrymmet och de andra utrymmena i rymdfärjan med kvävgas. Nästa uppehållsperiod i nedräkningen börjar 6 timmar före start och varar omkring två timmar. Om uppsändningsteamet ger klart för start får all personal lämna startplattan och nedräkningen återupptas.



Den roterande servicestrukturen efter att den dragits tillbaka till uppställningspositionen före starten av uppdrag STS-123 den 10 mars 2008. (Bild: NASA)

Tankningsledningarna kyls och man börjar fylla den externa tanken med nästan 2 miljoner liter drivmedel (flytande syre och flytande väte). Nu tar sig den slutliga inspektionsgruppen till startplattan och gör en detaljerad analys av farkosten. 3 timmar före start är det dags för nästa uppehållsperiod och då justeras övervakningsantennerna inför starten vid spårningsstationen på den närliggande Merritt Island.



Spårningsstationen på Merritt Island vid Kennedy Space Center i Florida. (Bild: NASA)

Start till Landning

Från 3 timmar och nedräkning fram till 10 sekunder före start (T minus 10)

Strax efter att klockan startats med 3 timmar kvar till uppsändning tar sig besättningen ut till startplattan. När de kommit fram hjälps de in i rymdfärjan via det så kallade vita rummet vid änden av rymdfärjans tillträdesarm. Astronauterna gör nu kommunikationskontroller med start- och markkontrollen vid både Kennedy och Johnson Space Center. Man stänger luckan och gör lucktätning- och kabinläckagekontroller.



ESA-astronauten Christer Fuglesang i vita rummet innan han kliver ombord på rymdfärjan för STS-116-uppdraget den 9 december 2006. (Bild: NASA)

Det näst sista uppehållet i nedräkningen startar 20 minuter före start. Rymdfärjans testansvarige håller nu den slutliga genomgången med uppsändningsteamet. Så snart nedräkningen dras igång omkring tio minuter senare ställer man om datorer och backupflygsystem ombord på rymdfärjan till startkonfiguration. Det sista uppehållet i nedräkningen inträffar 9 minuter före start. Om man får klart för start startar man den slutliga nedräkningen.

Med 7 minuter och 30 sekunder kvar till start dras rymdfärjans tillträdesarm tillbaka och rymdfärjans flygregistrerare aktiveras. Rymdfärjans klaffar, fartbromsar och roder kontrolleras och manövreras till sina startpositioner. Även huvudmotorernas munstycken kontrolleras.

Då lite mindre än 3 minuter till uppsändning återstår ökar man trycket i den flytande syretanken till flygtryck och ett lock, den så kallade "beanie cap", tas bort. Lockets funktion är att förhindra isbildning på syreventilerna. 2 minuter före start läser besättningen sina

hjälmvisir. Man justerar den externa tankens flytande väte till flygtryck genom att stänga överhettningventilen. Med 50 sekunder kvar till start kopplas rymdfärjan om från markström till internström.



STS-106 på startplattan. Vita rummet är sammankopplat med rymdfärjan vid änden av rymdfärjans tillträdesarm. Man kan se "Beanie cap" överst på den externa tanken innan den tas bort. (Bild: NASA)

Med 31 sekunder kvar till start startar rymdfärjans datorer ombord den slutliga startsekvensen. Ljuddämpningssystemet slås på och man fyller däckets på den mobila uppsändningsrampen och området runt startplattan med vatten. Det görs för att dämpa ljudet som annars kan skada rymdfärjan. Vid T minus 11 sekunder aktiverar man fastbränsleraketernas fjärrstyrda säkerhetssystem. Det gör att man kan förstöra raketerna om de kommit ur kurs.

Uppsändning till omloppsbanan

Kommandot "klart för start av huvudmotorn" ges vid T-10 sekunder. Flammor tänds under huvudmotorn för att bränna bort den vätgas som kan finnas kvar. Flygdatoren öppnar ventilerna som gör att flytande väte och syre strömmar in i motorns turbopumpar. Vid T-6,6 sekunder startar rymdfärjans huvudmotorer. På 3 sekunder ökar man gaspådraget till 90 procent. Nu startar fastbränsleraketernas tändningssekvens och starten är ett faktum.



Uppsändning av STS-120 den 23 juli 2007 med ESA-
astronauten Paolo Nespoli. Med på uppdraget följde den
europeiskt byggda Nod 2 till den internationella rymdstationen.
(Bild: NASA)

Så snart fastbränsleraketerna har tänts kan starten inte avbrytas. Rymdfärjan lyfter från plattan och är förbi tornet omkring 7 sekunder efter start. När färjan har passerat tornet tar Johnson Space Center över som markkontroll.

En minut efter starten är rymdfärjan på 10,2 km höjd och det dynamiska trycket är som högst. Man drar nu av gasen på huvudmotorerna till omkring 75 procent för att hålla det dynamiska trycket på farkostens yta inom tillåtna gränser. Därefter drar man på huvudmotorerna till full kraft.

2 minuter efter start är bränslet i fastbränsleraketerna slut och man frigör dem från rymdfärjan. Rymdfärjan är nu på en höjd av omkring 48 km och färdas med en hastighet av 4650 km per timme. De förbrukade fastbränsleraketerna fortsätter att vinna höjd upp till 75 km innan de börjar falla tillbaka till jorden.

Fem minuter efter start, när de förbrukade bränsleraketerna har fallit ner till en höjd på omkring 5 km, vecklas fallskärnorna ut som bromsar upp dem så de landar säkert i Atlanten. Bränsleraketerna tas tillvara och skickas till en särskild processningsenhet för rekonditionering.



Fartyg som bogserar en förbrukad fastbränsleraket till återvinning. (Bild: NASA)

På rymdfärjan stängs huvudmotorn av 8 minuter efter start vid en höjd på nästan 100 km. Rymdfärjan färdas nu med en hastighet på nästan 27000 km/h. Efter att huvudmotorn slagits av, ändrar en kort raketpuls från rymdfärjans två raketer, de så kallade "Orbital Manoeuvring System thrusters", flygvinkeln och rymdfärjan går in i omloppsbanan. Detta görs strax efter det att den externa tanken avlägsnats och medan rymdfärjan flyger "upp och ner" i förhållande till jorden.



Den externa tanken vid STS-114-uppdraget "Återgång till flygning" efter separationen från rymdfärjan. (Image: NASA)

Den avskiljda externa tanken fortsätter i en ballistisk flygbana som gör att den träder in i jordens atmosfär och bryts sönder över ett avlägset område över den indiska oceanen. Under tiden avfyras ytterligare raketpulser som tar rymdfärjan till den planerade omloppsbanan.

Start till Landning

Utträde ur omloppsbanan och landning

Markkontrollen ger order om att avfyra raketpulser för utträde ur omloppsbanan omkring 1 timme före landning. Före avfyringen av raketpulserna vänder man rymdfärjan så att stjärtpartiet pekar i färdriktningen. Raketmotorerna avfyras under 3 till 4 minuter och bromsar in rymdfärjan tillräckligt mycket för att minska rymdfärjans höjd. Med hjälp av kontrollpulsraketer vänds rymdfärjan sedan tillbaka så att den färdas med nosen först. Den faller nu fritt under omkring 30 minuter medan man använder kontrollpulsraketer för att kontrollera rullning, kast och girning. Rymdfärjan träder in i de över lagren av jordens atmosfär vid en höjd av omkring 120 km och färdas då med en hastighet av 7,6 km per sekund. Vid återinträdet omges rymdfärjan av superuppvärmd plasma som gör att det inte går att kommunicera med markkontrollen innan man når en höjd av omkring 45 km.



Flygfoto av rymdfärjans landningsområde vid Kennedy Space Center. (Bild: NASA)

Lufttrycket ökar nu och man slår av de främre pulsraketerna. Därefter slås de bakre kontrollpulsraketerna av och skevrodden på rymdfärjans vingar aktiveras så att man kan manövrera rymdfärjan mer som ett flygplan. Rymdfärjans vingklaffar kan sedan manövreras och stabiliseringspulsraketerna stängs av. När rymdfärjans hastighet faller under Mach 10 öppnas en hastighetsbroms på det vertikala stjärtpartiet. Det sker omkring 12 minuter före markkontakt. Vid Mach 3,5 aktiveras rodret och de slutliga girningsjetmotorerna stängs av.

Rymdfärjan inleder nu olika manövrar som gör att de slutliga landningsprocedurerna kan inledas vid önskad höjd och hastighet. Rymdfärjan utför en serie av fyra kraftiga rollningar och rullar över så mycket som 80 grader till den ena sidan eller den andra för att sakta in. Serien av rollningar ger rymdfärjans bana mot landning ett utseende som liknar en utsträckt bokstav "S".

Med fem minuter kvar till landning flyger nu rymdfärjan strax under ljudets hastighet. Den är nu på 14900 m och omkring 35 km från punkten där den tar mark. Befälhavaren övertar kontrollen av rymdfärjan för de slutliga inflygnings- och landningsmanövrerna.

På en höjd av 5000 m är nu rymdfärjan omkring 16 km från landningsplatsen. Medan den riktas in mot landningsbanan, börjar rymdfärjan en brant inflygning med en lutning så stor som 19 grader. Det är sex gånger brantare än glidbanans lutning på 3 grader för ett normalt kommersiellt jetplan under inflygning.



Rymdfärjan STS-122 Atlantis landar den 20 februari 2008 och därmed avslutas uppdraget där Columbuslaboratoriet kopplades ihop med ISS. (Bild: NASA)

Under den slutliga inflygningen kommer farkosten in mot landningsbanan 20 gånger snabbare än ett kommersiellt flygplan. Vid mindre än 600 meter över marken reser befälhavaren nosen, saktar in och lägger rymdfärjan i dess slutliga glidbana med en lutning på 1,5 grader för att förbereda markkontakt. Med 15 sekunder kvar till landning fälls landningsställena ut.

Vid landningen färdas rymdfärjan med en hastighet mellan 340 och 360 km/h. Inbromsningsfallskärmen vecklas ut och rymdfärjan stannar så småningom. Så snart rymdfärjan har stannat påbörjar man aktiviteterna som ska göras efter landning.

Aktiviteter efter landning

Så snart rymdfärjan har stannat på landningsbanan påbörjar den konvoj som ska ta hand om rymdfärjan (Orbiter Rescue Convoy) sitt arbete. Markkontrollansvaret har flyttats från Johnson Space Center tillbaka till Kennedy Space Center. Konvojen består av ett antal specialdesignade fordon och en grupp specialister som säkrar och serverar rymdfärjan och hjälper till när besättningen stiger ur. I konvojen finns 11 specialfordon och enheter tillsammans med olika konventionella befäls- och utryckningsfordon. Konvojens jobb är främst att serva rymdfärjan, förbereda dess bogsering, hjälpa besättningen att lämna rymdfärjan och slutligen att bogsera den till serviceenheten.

Efter landningen samlas konvojen 60 m från rymdfärjan med vinden i ryggen. Säkerhetskontrollgruppen flyttas fram till omkring 30 m om rymdfärjans babordssida. En besättning klädd i skyddskläder går fram till den bakre delen av rymdfärjan för att testa om det finns explosiva faror och toxiska gaser. Om gasnivåerna är höga och om det blåser för lite använder man en stor fläkt för att blåsa bort de farliga gaserna.



Inledningen på aktiviteterna efter landning. Till höger om rymdfärjan kan man se ett av fordonen från säkerhetskontrollgruppen. (Bild: NASA)

Så snart det är möjligt sätts ledningar fast på rymdfärjan för att bestämma vätekonzentrationen ombord. Om koncentrationen är lägre än 4 procent fortsätter konvojen med sina aktiviteter. Men om den däremot är högre än 4 procent görs en nödavstängning av rymdfärjans ström. Flygbesättningen evakueras omedelbart och konvojpersonalen evakuerar området och väntar tills vätet har löst upp sig. Om vätenivån är lägre än 4 procent förs kylmedel och luftrening genom de markbundna ledningarna. Luftreningen kyler och fuktställer luften i lastutrymmet och andra

utrymmen och avlägsnar därigenom explosiva eller toxiska gaser som kan finnas kvar.

När området runt och inuti rymdfärjan är säkert inleder man ytterligare aktiviteter. Att hjälpa flygbesättningen ut från rymdfärjan har högsta prioritet. Fordonet via vilket besättningen stiger ur rymdfärjan, "Crew Hatch Access Vehicle", kör fram till rymdfärjans lucksida. Från detta fordon kan besättningen ta sig till vita rummet. Man öppnar luckan och en läkare går ombord på rymdfärjan för att utföra en kort medicinsk undersökning av besättningen. Besättningen lämnar därefter rymdfärjan och åker iväg.



Besättningstransportfordon kör fram till rymdfärjan Discovery för att låta besättningen stiga ur efter landning av STS-114 den 9 augusti 2005. (Bild: NASA)

Ombord på rymdfärjan börjar nu en utbytesbesättning förbereda bogseringen, sätta skydd på kontrollpanelerna och skruva bort dataenheter från experimenten ombord, om så behövs. Efter att rymdfärjans däck fått svalna under 30 minuter förbereds rymdfärjan för bogsering. Bogseringsfordonet placeras framför rymdfärjan och man ansluter en bogseringskoppling. Två timmar efter det att rymdfärjan tog mark bogserar man bort den från landningsbanan.



Rymdfärjan Discovery bogseras bort efter landning av uppdrag STS-114. (Bild: NASA)