

Procedurer från start till landning

Nedräkningen börjar: 43 timmar och nedräkning pågår

Med 43 timmar kvar till start aktiveras nedräkningsklockan. Detta sker när den ansvarige för testningen av rymdfärjan (Shuttle Test Director) bekräftar att gruppen som ska sändas upp är på plats och redo att fortsätta. Under de följande nästa 16 timmarna utförs ett antal aktiviteter inkluderande aktivering och testning av navigationssystemen; och preliminära inspektioner av flygdäck. 27 timmar före start stoppas nedräkningen. Detta uppehåll varar normalt under fyra timmar. Under denna tid lämnar all personal som ej behövs uppsändningsområdet.



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

När nedräkningen återupptas startas förberedelser för att påbörja påfyllning av flytande syre och flytande väte i förvaringstankar för bränslecellerna på skytteln, vilka ger ström till skytteln under uppdraget. Efter slutförandet öppnas område runt startplattans. Ett andra uppehåll i nedräkningen inträffar 19 timmar före start. Återigen varar detta omkring fyra timmar.

När nästa nedräkningsperiod startas, förbereds skytteln tre huvudmotorer för tankning av drivmedel och flygning, startplattans ljuddämpningssystem fylls med vatten och olika avslutande aktiviteter utförs. 11 timmar före start påbörjas det längsta uppehållet som varar 12-13 timmar. Kontroller utförs på styrnings-, navigerings- och kommunikationssystem och den roterande servicestrukturen rullas tillbaka till dess uppställningsposition.

Klockan startar igen 11 timmar före start. Skyttelns bränsleceller aktiveras och all personal som inte behövs får lämna explosionsriskområdet. Lastutrymmet och andra skyttelutrymmen fylls med kvävgas som förberedelse för tankning av den externa tanken med dess superkalla drivmedel. En annan uppehållsperiod inträffar 6

timmar före start och varar omkring två timmar. Om uppsändningsteamet bekräftar att uppsändningskriterierna är uppfyllda, får under denna period all personal lämna startplattan och nedräkningen återupptas.



Den roterande servicestrukturen efter tillbakadragande till uppställningspositionen före start av STS-97-rymdfärjeuppdraget. (Bild: NASA)

Drivmedelöverföringsledningarna kyls och tankning av den externa tanken med nästan 2 miljoner liter drivmedel (flytande syre och flytande väte) påbörjas. Den slutliga inspektionsgruppen fortsätter härefter till startplattan för att utföra en detaljerad analys av farkosten. Under den följande uppehållsperioden på 3 timmar före start, justeras övervakningsantennerna i förberedelse för uppsändning på den närliggande Merritt Island Tracking-stationen.



Merritt Island Tracking-stationen vid Kennedy Space Center i Florida (Bild: NASA)

Från 3 timmar och nedräkning fram till T minus 10

Precis efter att klockan startar vid 3 timmar kvar till uppsändning tar sig besättningen ut till startplattan. Efter ankomsten hjälps de in i skytteln via det så kallade vita rummet vid änden av skyttelns tillträdesarm. Astronauterna kommer nu att utföra kommunikationskontroller med start- och markkontrollen vid Kennedy och Johnson Space Centers. Luckan stängs och lucktätnings- och kabinläckagekontroller utförs.



Michel Tognini, chef för ESA:s europeiska astronautcenter i Köln, Tyskland, i vita rummet före ombordstigning på rymdfärjan för STS-93-uppdraget i juli 1999. (Bild: NASA)

Det näst sista uppehållet i nedräkningen inleds 20 minuter före start, vid vilken tid rymdfärjans testansvarige utför den slutliga genomgången med uppsändningsteamet. Så snart nedräkningen börjar omkring tio minuter senare omkopplas datorer och backup-flygsystem ombord på skytteln till startkonfiguration. Det sista uppehållet i nedräkningen inträffar 9 minuter före start. Om ett okej för start medges startar den slutliga nedräkningen.

Med 7 minuter och 30 sekunder kvar till start dras skyttelns tillträdesarm tillbaka och skyttelns flygregistrerare aktiveras. Skyttelns klaffar, fartbromsar och roder kontrolleras och manövreras till deras startpositioner. Huvudmotorn munstycken kontrolleras också.

Då lite mindre 3 minuter till uppsändning återstår bringas den flytande syretanken till flygtryck och ett lock, den så kallade "beanie cap", avlägsnas, vilket förhindrar isbildning på syreventilerna. 2 minuter före start läser besättningen sina hjälmvisir. Den externa tankens flytande väte bringas till flygtryck genom att stänga överhettningssystemet. Med 50 sekunder kvar till start kopplas skytteln om från markström till internström.



STS-106 på startplattan. Vita rummet är sammankopplat med skytteln vid änden av skyttelns tillträdesarm. "Beanie cap" visas överst på den externa tanken före avlägsning. (Bild: NASA)

Med 31 sekunder kvar till start initierar skyttelns datorer ombord deras slutliga startsekvens. Ljuddämpningssystemet slås på och vattnet börjar strömma upp på däck hos den mobila uppsändningsrampen och startplattområdet för att skydda rymdfärjan från akustisk skada vid starten. Vid T minus 11 sekunder aktiveras fastbränsleraketens säkerhetsavståndsd destruktionsystem.



Test av ljuddämpningssystemet på startplatta 39A vid Kennedy Space Center. (Bild: NASA)

Uppsändning till omloppsbana

Kommandot "klart för start av huvudmotorn" utfärdas vid T-10 sekunder. Flammor tänds under huvudmotorn för att bränna bort eventuell kvarvarande vätgas. Flygdatorerna beordrar öppning av ventiler som möjliggör att flytande väte och syre kan flöda in i motorns turbopumpar. Vid T -6,6 sekunder startar rymdfärjans huvudmotorer, med ett gaspådrag till 90 procent av kraften på 3 sekunder. Vid denna tidpunkt startar fastbränsle-raketens tändningssekvens och starten är ett faktum.



Uppsändning av STS-121 Discovery den 4 juli 2006 med besättningsmedlemmen ESA-astronaut Thomas Reiter på europeiskt astrolabuppsdrag. (Bild: NASA)

Så snart fastbränsleraketerna tänds är rymdfärjan oåterkalleligen destinerad för start. Rymdfärjan lyfter från plattan och är förbi tornet omkring 7 sekunder efter start. Efter att tornet passerats tas uppdragskontrollen över av Johnson Space Center.

En minut efter start når det dynamiska trycket på rymdfärjan ett maxvärde vid en höjd av 10,2 km. Vid denna höjd minskas huvudmotorernas gaspådrag till omkring 75 procent, för att bibehålla det dynamiska trycket på farkostens yta inom tillåtna gränser. Efter att ha passerat genom denna fas dras gasen på huvudmotorerna på till full kraft.

2 minuter efter start är bränslet i fastbränsleraketerna förbrukat. Dessa avlägsnas därefter från skytteln. Rymdfärjan är på en höjd av

omkring 48 km och färdas med en hastighet på 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 tankarna har fallit ner till en höjd på omkring 5 km, startar deras fallskärmsutvecklingssekvens som bromsar dem för en säker vattenlandning i Atlanten. Bränsleraketerna tas tillvara och återlämnas till en processningsenhet för renovering.



Återvinningsfartyg som bogserar en fastbränsleraket. (Bild: NASA)

På rymdfärjan sker avstängning av huvudmotorn 8 minuter efter start vid en höjd på nästan 130 km. Rymdfärjan färdas nu med en hastighet på nästa 27000 km/h. Efter att huvudmotorn slagits av, ändrar en kort raketpuls från skytteln två raketer som kallas "Orbital Manoeuvring System thrusters" flygvinkeln och skytteln går in i omloppsbana. Detta sker precis efter det att den externa tanken avlägsnats och medan skytteln flyger "upp och ner" i förhållande till jorden.



Extern tank från STS-114-uppsdraget "Återgång till flygning" efter avlägsning. (Bild: NASA)

Den avskilda externa tanken fortsätter i en ballistisk flygvinkel och träder in i jordens atmosfär för att brytas sönder över ett avlägset område över den indiska oceanen. Under tiden avfyras ytterligare raketpulser från skytteln "Orbital Manoeuvring System thrusters" för att ta skytteln till dess planerade omloppsbana.

Procedurer från start till landning

Procedurer för utträde ur omloppsbanan och landnings

Markkontrollen ger order om att avfyr raketpulser för utträde ur omloppsbanan omkring 1 timme före landning. Före avfyrningen av raketpulserna vänds skytteln så att stjärtpartiet placeras i färdriktningen. Motorerna för Orbital Manoeuvring System avfyras under 3 till 4 minuter för att bromsa in skytteln tillräckligt för att reducera skyttels höjd. Skytteln vänds sedan tillbaka för att färdas med nosen först genom användning av kontrollpulsraketer och faller nu fritt under omkring 30 minuter användande kontrollpulsraketer för att kontrollera rullning, kast och girning. Skytteln träder in i de över lagren av jordens atmosfär vid en höjd av omkring 120 km och färdas med en hastighet av 7,6 km per sekund. Vid återinträdet omges skytteln av superuppvärmd plasma, vilket orsakar en kommunikationsblackout till en höjd av omkring 45 km.



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

Allt eftersom lufttrycket ökar slås pulsrameterna för framdrivning av. Därefter slås de bakre kontrollpulsrameterna av när klaffarna på skyttels ving sätts i funktion för att hjälpa till att kontrollera skytteln mer som ett flygplan. Skyttels vingklaffar blir sedan manöverdugliga och stabiliseringspulsrameterna stängs av. När skyttels hastighet faller under Mach 10 öppnas en hastighetsbroms på det vertikala stjärtpartiet. Detta sker omkring 12 minuter före markkontakt. Vid Mach 3,5 aktiveras rodet och de slutliga girningsjetmotorerna stängs av.

Skytteln inleder nu olika manövrar, vilket möjliggör att den kan påbörja dess slutliga landningsprocedurer vid önskad höjd och hastighet. Skytteln utför en serie av fyra kraftiga krängningar och rullar över så mycket som 80 grader till den ena sidan eller den andra för att sakta in. Serien av krängningar ger skyttels bana mot landning ett utseende som liknar en utsträckt bokstav "S".

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

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



STS-112-landning den 18 oktober 2002. (Bild: NASA)

Under den slutliga inflygningen faller farkosten mot landningsbanan 20 gånger snabbare än ett kommersiellt flygplan när dess nedfallsgrad och flyghastighet ökar. Vid mindre än 600 meter över marken reser befälhavaren nosen och saktar upp nedfallshastigheten för att sätta skytteln 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 landning färdas skytteln med en hastighet i intervallet från 340 till 360 km/h. Inbromsningsfallskärmen utvecklas och skytteln glidstannar. Så snart skytteln har stannat påbörjas aktiviteterna efter landning.

Aktiviteter efter landning

Så snart skytteln har stannat på landningsbanan, påbörjas aktiviteter efter landning vilka involverar skyttelräddningskonvojen. Uppdragsansvaret har flyttats från Johnson Space Center tillbaka till Kennedy Space Center. Skyttelräddningskonvojen består av ett antal specialdesignade fordon och en grupp specialister som säkrar och servar rymdfärjan och hjälper till när besättningen stiger ur. I konvojen finns 11 specialfordon och enheter inkluderade, förstärkta med olika konventionella befäls- och utryckningsfordon. Huvudjobbet för räddningskonvojen är att serva rymdfärjan, förbereda dess bogsering, hjälpa besättningen att lämna skytteln och slutligen att bogsera den till serviceenheten.

Efter landning är den första uppställningspositionen av konvojen 60 m från skytteln med vinden i ryggen. Säkerhetsanalysgruppen flyttas fram till omkring 30 m om babordssidan av skytteln. En besättning klädd i skyddskläder går fram till den bakre delen av skytteln för att testa om det finns möjliga explosiva faror och toxiska gaser. Om de finns närvarande i höga nivåer och om lugna väderbetingelser råder, tas gasskingringsenheten in för att blåsa bort de potentiellt farliga gaserna genom användning av en mobil vindmaskin.



Inledningen på aktiviteterna efter landning. Säkerhetsanalysbesättningsfordon finns till höger om skytteln. (Bild: NASA)

Så snart som det är möjligt sätts ledningar fast på skytteln för att bestämma vätekonzentrationen ombord. Om koncentrationen är lägre än 4 procent fortsätter konvojaktiviteterna. Om det emellertid skulle vara högre än 4 procent beordras en nöd-avstängning av skyttelns ström. Flygbesättningen evakueras omedelbart och konvojpersonalen evakuerar området och väntar på att vätet upplöses. Om vätenivån är lägre än 4 procent, påbörjas flödet av kylmedel och luftrening genom de markbundna ledningarna. Luftrening ger svala

och fuktiga luftbetingelser till lastutrymmet och andra utrymmen och avlägsnar därigenom eventuella kvarvarande explosiva eller toxiska gaser.

När det är fastställt att området runt och inuti skytteln är säker, kan ytterligare landningsaktiviteter fortsätta. Högst prioritet är att hjälpa flyg-besättningen ut från skytteln. Fordonet via vilket besättningen stiger ur rymdfärjan, "Crew Hatch Access Vehicle", kör fram till skyttelns lucka och tillträde till vita rummet säkerställs. Luckan öppnas och en läkare går ombord på rymdfärjan för att utföra en kort medicinsk undersökning på besättningen. Besättningen lämnar därefter skytteln och åker iväg.



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

Flygbesättningen ersätts ombord på skytteln av en utbytesbesättning som utför förberedelser för markbogseringsaktiviteter, installerar kontrollkydd och avlägsnar datapaket från experiment ombord, om så erfordras. Under tiden, efter att ha tillåtit en avkylning på 30 minuter av skytteldäcken, förbereds skytteln för bogsering. Bogseringsfordonet placeras sedan framför skytteln och en bogseringskoppling upprättas. Slutligen bogseras skytteln bort från landningsbanan cirka två timmar efter landning.



Rymdfärjan Discovery blir bogserad efter landning av STS-114-uppdraget. (Bild: NASA)