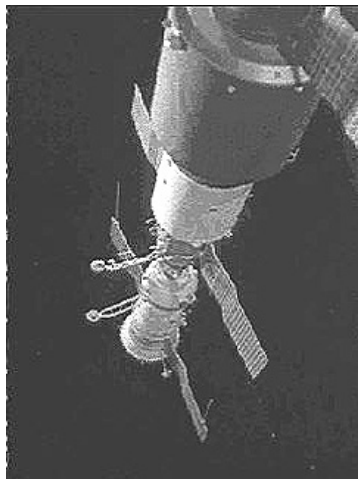


Avaruusasemat ja sukkulaohjelma

Tapio Hansson

Asema avaruuteen

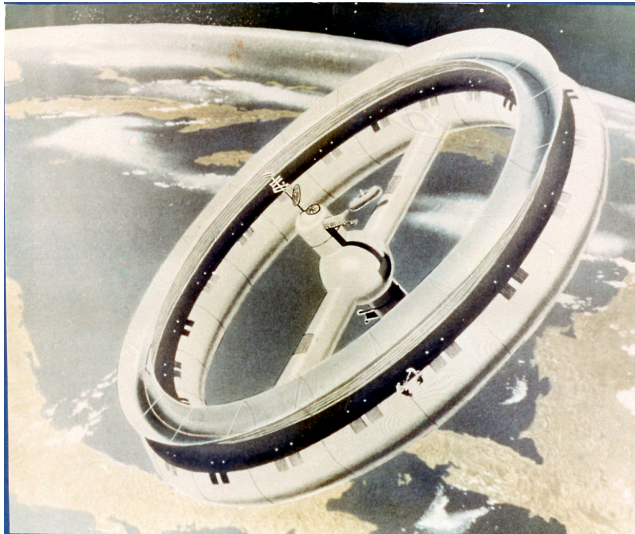
- ▶ Avaruusasemista haaveiltiin sotilaallisia tieteellisiä ja tietoliikenteellisiä sovelluksia.
- ▶ Tällaiset tavoitteet saavutetaan helposti miehittämättömillä satelliiteilla, joten asemien tavoitteet muuttuivat.
- ▶ Myös mahdollisia pidemmälle suuntaavia lentoja varten tarvittavat tankkausasemat ovat vielä kaukana tulevaisuudessa, ja voitaneen suunnitella miehittämättömiksi.
- ▶ Suurin merkitys on painottomuuden tutkimuksella, erityisesti ihmisen fysiologiaan.



Saljut 1 - ensimmäinen asema

kuva: fair use

Pyörivä rengas



**VON BRAUN'S
SPACE STATION
1952**

Illustration by Chesley Bonestell

Von Braun ja monet muut ehdottivat pyöreää, pyörivää rakennetta, joka loisi tekopainovoiman.

kuva: public domain

Saljut - Tervehdys!

- ▶ Kun Neuvostoliitto hävisi kuukilvan, alkoi se kuumeisesti kehittää ohjelmaa avaruusasemaa varten.
- ▶ Yhdysvallat ilmoitti käyttävänsä loput Apollo-kalustosta avaruusaseman viemiseen kiertoradalle, joten kilpailuasetelma syntyi jälleen.
- ▶ Sojuz 9 lento vuonna 1970 kesti jopa 18 vuorokautta, ja palattuaan kosmonautit piti kantaa aluksesta, vaikka he suorittivat painottomuudessa fyysisiä harjoituksia.
- ▶ Saljut 1 oli n. 10 metriä pitkä lieriö, johon Sojuz-aluksella voi kiinnittyä, joten asemalle pääsee ilman avaruuskävelyä.
- ▶ Kiireen vuoksi asemassa käytettiin mahdollisimman paljon valmiita osia ja tieteellistä laitteistoa karsittiin.

Saljut 1

- ▶ Ensimmäinen lento Saljut 1:lle epäonnistui.
- ▶ Paitsi ongelmassa lähdön kanssa, Sojuz-aluksen telakoituminen epäonnistui, ja kosmonautit joutuivat työskentelemään aluksen irrottamiseksi.
- ▶ Vahvistetun telakointilaitteiston myötä kosmonautit pääsivät asemalle seuraavalla lennolla, ja viettivätkin siellä 22 päivää.
- ▶ Paluumatkalla Sojuz-aluksen ilmaventtiili alkoi vuotaa. Radioyhteys alukseen katkesi, ja koko miehistö löydettiin aluksesta kuolleena, vaikka laskeutuminen onnistui periaatteessa muuten hyvin. Alus oli tyhjentynyt ilmasta hyvin nopeasti.
- ▶ Saljut 1 paloi ilmakehässä lokakuussa 1971 n. neljä kuukautta onnettomuuden jälkeen.

Saljut 2 ja Kosmos 557

- ▶ Saljut 2 -asema lähetettiin matkaan 1972, mutta kantoraketin toinen vaihe ei toiminut.
- ▶ Toinen Saljut 2 -asema lähetettiin vuoden 1973 huhtikuussa, mutta vuodon takia aseman ilmanpaine laski kiertoradalla, eikä sinne lähetetty miehistöä.
- ▶ Kolmas (neljäs) yritys sai nimeseen Kosmos 557, mutta sen ohajusjärjestelmään tulleen vian vuoksi se kulutti kaiken polttoaineensa, ja paloi viikon kuluttua ilmakehässä.
- ▶ Vaikka Neuvostoliiton avaruusasemat eivät olleet järin menestyksekkäitä 70-luvun alussa, tapahtui Sojuz-lennoilla toimintavarmuuden kehitystä. Muutamilla asemiin liittymättömillä Sojuz-lennoilla tehtiin paljon tieteellistä tutkimusta.

Skylab

- ▶ Ensimmäinen yhdysvaltain avaruusasema päätyi kiertoradalle 14.5.1973.
- ▶ Saturn IB-raketin toinen vaihe uudelleen sisustettuna.
- ▶ Lämpösuojus vaurioitui nousussa, mutta ensimmäinen miehistö sai korjattua pahimmat ongelmat.
- ▶ Asemalla kävi kolme miehistöä, joista viimeinen oli siellä peräti 84 vuorokautta.
- ▶ Sukkulaohjelma oli myöhässä, joten asemaa ei voitu nostaa ja se paloi ilmakehässä 1979.



kuva: public domain

Skylabin avaruussuihku



Avaruussuihkussa käynti kesti kaikenkaikkiaan n. 2,5 tuntia.

kuva: public domain

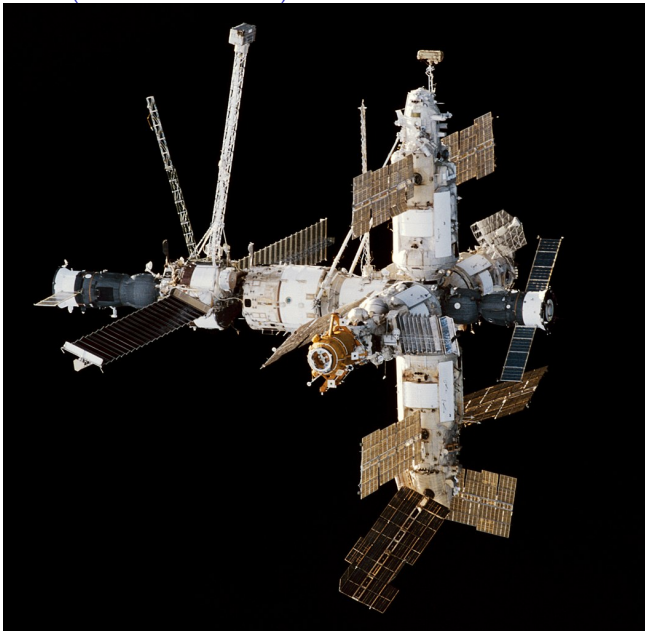
Saljut 3 - Avaruusas

- ▶ Neuvostoliitto sai ensimmäisen kunnolla onnistuneen aseman kiertoradalle 25.6.1974.
- ▶ Asema oli sotilaallinen, ja ilmeisesti siellä lyhyehköt vierailut käynyt miehistö suoritti tiedustelutehtäviä.
- ▶ Asema oli varustettu lentokonetykillä, jota pystyi suuntaamaan asemaa kääntämällä.
- ▶ Aseman kamera kykeni tiettävästi erottamaan 30 cm kohteita Maasta.
- ▶ Saljut 4 oli aseman siviiliversio ja 5 jälleen asevoimien versio.
- ▶ Saljut 5:llä tehtiin tosin vakoilun lisäksi myös tieteellisiä tutkimuksia.

Onnistuneet Saljutit 6 ja 7

- ▶ Vuonna 1977 matkaan lähtenyt Saljut 6 oli käytössä vuoteen 1981.
- ▶ Asemalla vieraili yhteensä 16 miehistöä sisältäen edustajia Varsovan liiton maista.
- ▶ Asemassa oli kaksi telakointiporttia, joista toista käytettiin miehittämättömillä rahtilennoilla.
- ▶ Saljut 7 lähti matkaan vuonna 1982.
- ▶ Asemaan menetettiin yhteys vuonna 1985, mutta paikalle lähetetty miehistö sai korjattua tilanteen.
- ▶ Viimeisenä Saljut sarjan asemana se suljettiin vuonna 1986 10 miehistön jälkeen.
- ▶ Näillä asemilla oli mahdollista viettää jopa puoli vuotta.

Mir - rauha (tai maailma)



kuva: public domain

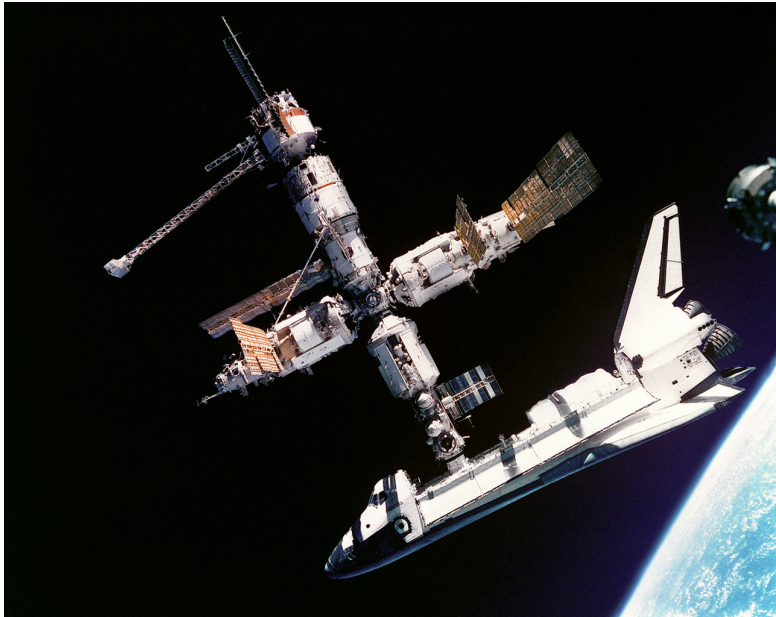
Mir

- ▶ Helmikuussa 1986 laukaistiin kiertoradalle ensimmäinen osa suurta neuvostoliittolaista avaruusasemaa.
- ▶ Sitä täydennettiin kuudella lisämoduulilla seuraavan 10 vuoden aikana.
- ▶ Tekniikan pohjana oli Saljut-asemaperhe.
- ▶ MIRistä tuli ensimmäinen jatkuvasti miehitettynä ollut avaruusasema.
- ▶ MIR laukaistiin viiden sekunnin ikkunassa siten, että ensimmäiset kosmonautit pääsivät käymään viimeisellä Saljut-asemalla viimeistelemässä kesken jääneen viimeisen lennon tehtävät.

Yhteistyö lisääntyy

- ▶ Sergei Krikaljov ja Anatoli Artsebarski seurasivat vuonna 1991 Mirillä kotivaltionsa hajoamista ja pohtivat miten pääsevät kotiin.
- ▶ Baikonurin laukaisuasema jäi Kazakstaniin, ja Venäjä maksoikin sen käytöstä tuntuvat korvaukset.
- ▶ Vuonna 1993 Nasa ja Venäjän avaruushallinto sopivat uudesta kansainväliseen avaruusasemaan tähtäävästä hankkeesta, johon kuului kansainvälisen miehistön käyttö Mirillä.
- ▶ Yhteistyö ei ollut täysin ongelmaton. NASAn astronautit eivät olleet kovin tyytyväisiä venäläisten toimintaan ja muutamia varsin pahoja vaaratilanteitakin pääsi syntymään.
- ▶ Yhteistyön ollessa poliittista NASA ei pyrkinyt Maasta käsin parantamaan tilannetta.

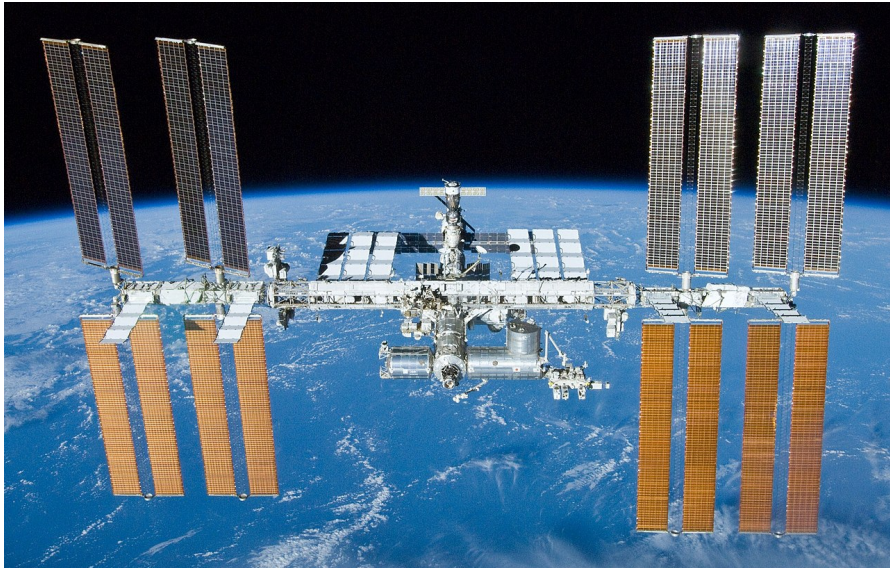
Yhteistyö lisääntyy



kuva: public domain

Kohti kansainvälistä asemaa

- ▶ Ongelmista huolimatta Mir oli lähes jatkuvasti miehitettynä.
- ▶ Vuonna 1995 Valeri Poljakov saavutti ennätyksen vietettyään asemalla 439 vuorokautta.
- ▶ Viimeinen suuntelmien mukainen miehistö poistui vuonna 1999.
- ▶ Mir alkoi olla huonossa kunnossa, ja ISS-aseman kehitys oli jo käynnissä, joten NASA ei enää halunnut rahoittaa ohjelmaa.
- ▶ Amerikkalais-venäläinen yritys halusi kaupallistaa aseman, mutta yhden kaupallisen lennon jälkeen rahoitus ehtyi, ja aseman rata muutettiin siten, että se putosi Tyyneen valtameriin 23.3.2001.



kuva: public domain

Kansainvälinen avaruusasema

- ▶ 1983 presidentti Reagan ehdotti ”Space Station Freedomia” NASAn hankkeeksi.
- ▶ Myös Neuvostoliitossa suunniteltiin Mirin seuraajaa Mir 2:ta, mutta valtion hajoamisen myötä Venäjä liittyi mukaan NASAn johtamaan ISS-hankkeeseen.
- ▶ Pohjaksi otettiin Mir2:n suunnitelmat ja suurin osa aseman osista on valmistettu Venäjällä kustannus ja osaamissyistä.
- ▶ Ensimmäinen osa laukaistiin avaruuteen vuonna 1998 ja viimeinen suunniteltu lisäosa vuonna 2010.
- ▶ Nykyinen rahoitus on varmasti ainakin vuoteen 2030 asti, mutta lopullinen kohtalo on vielä auki. Myös kaupallinen loppusijoitus on mahdollista.

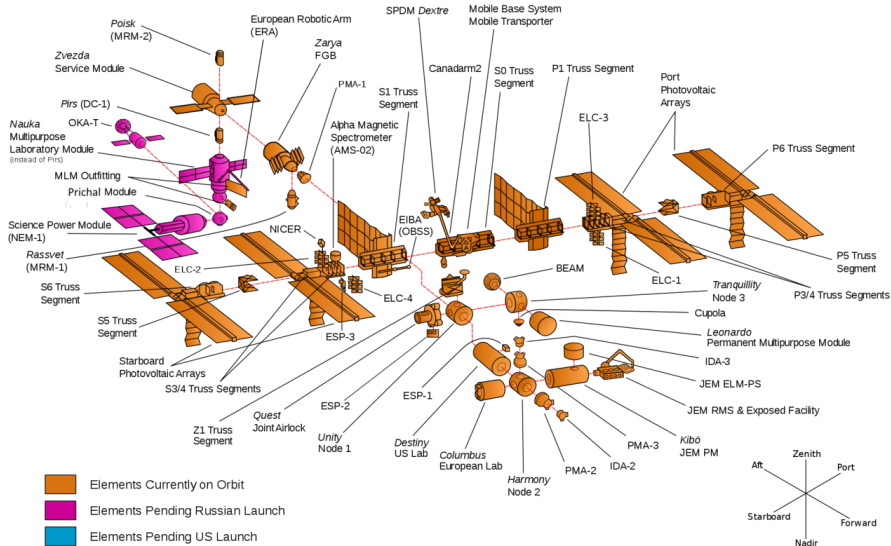
ISS:n vaatimaton alku



kuva: public domain

ISS Configuration

As of June 2017



kuva: public domain

Kansainvälinen avaruusasema

- ▶ Elämää avaruusasemalla ja venäläisten moduleissa.
- ▶ Asema on todella kansainvälinen, sillä sen ylläpitoon osallistuu NASAn ja Roscosmoksen (Venäjä) lisäksi JAXA (Japani), CSA (Kanada) ja ESA (Eurooppa). ESA:n osallisuudesta tosin jättäytyivät pois Suomi, Iso-Britannia, Irlanti ja Itävalta.
- ▶ Asema koostuu kymmenestä erikseen laukaistusta ihmisasuttavasta moduulista, sekä useista muista osista ja moduuleista.
- ▶ Asema valmistui varsinaisilta osiltaan 2010, jonka jälkeen asemaa on vakiintuneesti asuttanut n. 6 henkeä kerrallaan.
- ▶ Yleensä Sojuz-aluksella matkasi kolmen hengne miehistö, ja puolet aseman miehistöstä vaihtui n. kolmen kuukauden välein.

Sojuz

- ▶ Ensimmäinen versio Sojuzista laukaistiin jo 1966.
- ▶ Aluksesta on neljä merkittävää sukupolvea.
- ▶ Viimeisin (ja viimeinen suunniteltu) merkittävä päivitys tehtiin 2016.
- ▶ Eri Sojuzeilla on lennetty yli 140 kertaa.
- ▶ Sojuzista kehitettiin rahtiversio Progress, ja suurin osa liikenteestä ISS:lle hoidettiin näillä aluksilla Ukrainan sotaan asti 2022.



kuva: public domain

Sojuz MS-1 telakoituneena ISS:ään



kuva: public domain

Space X Dragon

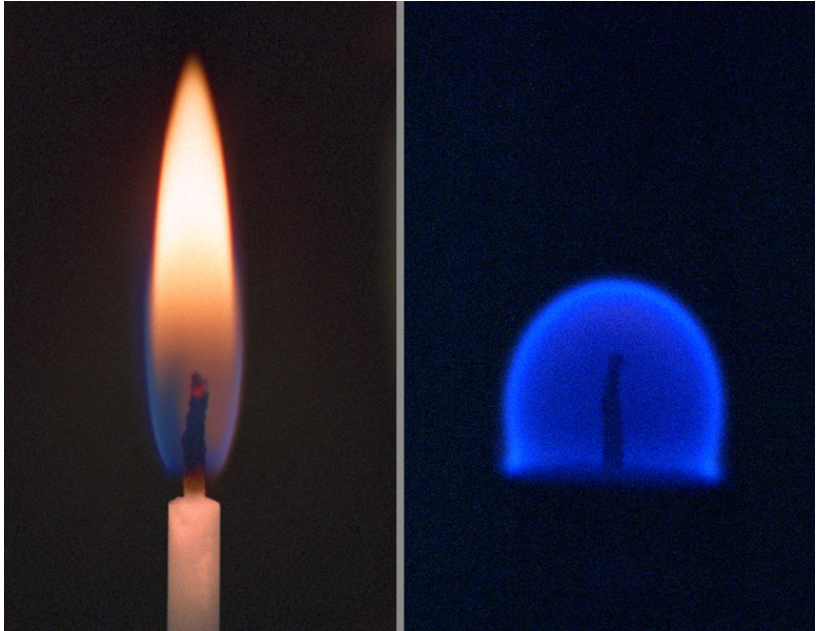


Nykyisin NASA liikennöi ISS:lle paljolti Space X:n Dragon aluksen avulla. Kuvassa rahtiversio. [Lisätietoa.](#)
kuva: public domain

Tutkimus ISS:llä

- ▶ ISS:llä on toteutettu satoja, ellei tuhansia erilaisia tutkimuksia.
- ▶ Suuri joukko tutkimuksia liittyy painottomuuden ja avaruuden vaikutuksiin erilaisissa kohteissa materiaaleista biologisiin näytteisiin.
- ▶ Alpha Magnetic Spectrometer etsii pimeää ainetta. Laitteen käyttö miehittämättömässä satelliitissa olisi luultavasti ollut mahdotonta.
- ▶ Usean kuukauden mittaiset lennot antavat mahdollisuuden tutkia ihmisen fysiologiaa pitkillä avaruusmatkoilla, esim Marsiin. [Asemalla treenataankin päivittäin.](#)
- ▶ Myös painottomuuden vaikutuksia tutkitaan edelleen intensiivisesti.

Painottomuudessa



kuva: public domain

Astronautti mikrogravitaatitutkimuksissa



kuva: public domain

Sukkulaohjelma - 80-luvun avaruustekniikkaa

- ▶ Avaruuslennot ovat erittäin kalliita, joten kertakäyttöisten rakettien tilalle haluttiin monikäyttöisiä laitteita.
- ▶ Projekti hyväksyttiin vuonna 1972 ja ensimmäinen harjoitussukkula *Enterprise* valmistui 1979.
- ▶ Vasta toinen sukkula *Columbia* lensi avaruuteen vuonna 1981, ja siitä tuli samana vuonna ensimmäinen kahdesti avaruudessa käynyt laite.
- ▶ Avaruudessa käyneitä sukkuloita valmistettiin kaikkiaan viisi kappaletta, edellä mainittujen lisäksi *Challenger*, *Atlantis*, *Discovery* ja *Endeavour*.
- ▶ Sukkulaohjelma oli monikäyttöisyydestään huolimatta varsin kallis, joten viimeinen 135. sukkulalento tehtiin heinäkuussa 2011.

Columbia laskeutuu



kuva: public domain

Sukkulan lento

- ▶ Sukkulan laukaisuun kuuluu suuri kertakäyttöinen polttoainesäiliö, jossa ei ole moottoreita, sekä kiinteää polttoainetta käyttävät apuraketit, jotka ovat käytössä lähdön aikana.
- ▶ Kun sukkulan päämoottorit saavat täyden tehonsa, apuraketit käynnistyvät.
- ▶ Lähdön jälkeen sukkula kaartaa selälleen halutun radan suuntaan.
- ▶ Apuraketit putoavat mereen kahden minuutin kuluttua lähdöstä.
- ▶ Sukkulan nopeus laskee väliaikaisesti, mutta polttoaineen vähetessä laitteisto kevenee ja nopeus kasvaa jälleen.
- ▶ Polttoainesäiliö pudotetaan, ja räjäytetään ilmakehässä.
- ▶ Video lähdöstä.

Challenger-onnettomuus 1986

- ▶ Challenger hajosi räjähdyskässä vain 73 sekuntia lähdön jälkeen, ja koko seitsenhenkinen miehistö menehtyi, mukaanlukien NASAn ”opettaja avaruudessa”-ohjelmasta mukaan tullut Christa McAuliffe.
- ▶ NASAn toiminnassa oli jo pidempään ollut ongelmia, sillä teknisiin häiriöihin ja pikkuvikoihin ei suhtauduttu riittävällä vakavuudella varsin menestyksekkäästi sujuneiden ohjelmien myötä.
- ▶ Toimikunta selvitti onnettomuutta ja Richard Feynman demonstroi suorassa TV-lähetyksessä kuinka sukkulan tiivisteenä käytetty O-rengas jäykistyi ja haurastui jäävedessä. Lähtöaamuna oli poikkeuksellisen kylmä ilma, mikä aiheutti tiivisteen pettämisen.
- ▶ Feynmanin värikäs kuvaus aiheesta löytyy kirjasta ”Mitä siitä mitä muut ajattelevat?”
- ▶ NBC uutiset 28.1.1986

Challenger-onnettomuus 1986



Michael J. Smith, Dick Scobee, Ronald McNair, Ellison Onizuka, Christa McAuliffe, Gregory Jarvis ja Judith Resnik
kuva: public domain

Columbia-onnettomuus 2003

- ▶ Polttoainetankista irtosi pala, joka osui sukkulan siipeen ja vaurioitti sitä.
- ▶ Lento sujui normaalisti, mutta sukkulan palatessa ilmakehään sen lämpötila alkoi kasvaa eristeeseen tulleen vaurion myötä.
- ▶ Sukkula hajosi kappaleiksi n. 60 km korkeudella 18 Machin nopeudessa.
- ▶ Texasin ja naapuriosavaltioiden alueelta löydettiin yhteensä 85 000 sukkulan palaa.
- ▶ Vastaavaa eristeen irtoamista oli tapahtunut aiemminkin, mutta NASAn johto ei taaskaan pitänyt ongelmia merkittävinä.
- ▶ Uutislähetys 1.2.2003

Columbia-onnettomuus 2003



David Brown, Rick Husband, Laurel Clark, Kalpana Chawla,
Michael Anderson, William McCool, ja Ilan Ramon

kuva: public domain

Sukkulaohjelman loppu

Sukkula ei koskaan saavuttanut alkuperäistä tavoitettaan luotettavuuden, hinnan, uudelleenkäytettävyyden helppouden, ylläpidettävyyden tai, valitettavasti, turvallisuuden suhteen.

Columbia-onnettomuuden tutkijalautakunta