

Kuumatka

Tapio Hansson

Apollo - God of the Sun, light, oracles, knowledge, healing, diseases, music, poetry, songs, dance, archery, herds and flocks, and protection of young

N1

- ▶ Neuvostoliiton ensimmäinen kuuohjelma perustui Koroljovin suunnittelemaan N1-rakettiin.
- ▶ Raketin ensimmäinen vaihe koostui peräti 30 rakettimoottorista, mikä teki siitä varsin monimutkaisen kokonaisuuden.
- ▶ Koroljov kuoli 1966 epäonnistuneessa syöpäleikkauksessa, minkä johdosta projekti menetti hyvän suunnittelijan ja johtajan.
- ▶ Kaikki koelennot epäonnistuivat pahasti, ja projekti lakkautettiin vuonna 1974.
- ▶ On esitetty arveluja, että Koroljovin eläessä ja projektin saadessa rahoitusta se olisi voinut onnistuakin.



Kuva: public domain

Saturn-rakettiperhe

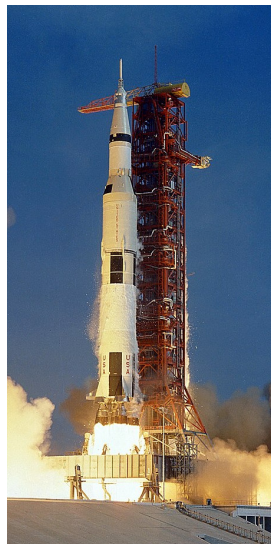
- ▶ Von Braun pääsi kehitystyöhön mukaan 50-luvun lopussa, ja hän alkoi kehittää jättimäistä rakettia, jolla voisi viedä useita tonneja kuormaa mihin tahansa Aurinkokunnassa.
- ▶ Myös Saturn-raketit koostuvat useista moottoreista, mutta niitä on paljon vähemmän kuin N1:ssä.
- ▶ Neljä Saturn rakettia pääsi laukaisuun asti. Saturn I, IB, V ja avaruusasema Skylabin vientiin käytetty INT-21.
- ▶ Saturn IB oli käytössä Maan kiertoradalla ja V, suurin siihen astinen raketti, pystyi kuljettamaan kuormaa kauemmas Aurinkokuntaan.
- ▶ Saturn-lähtöjä oli yli 30 vuosina 1961-75.



Kuva: public domain
Saturn I

Saturn V

- ▶ korkeus: 110,6 m.
- ▶ halkaisija: 10 m
- ▶ massa: 2 970 000 kg
- ▶ vaiheita: 2 - 3
- ▶ kuorma: LEO 140 T, Kuun yli 48,6 T
- ▶ Laukaisun hinta: 185 miljoonaa vuoden 1969 dollaria (1,23 miljardia \$ 2019)
- ▶ Edelleen ainoa laite, joka on kuljettanut ihmisiä pois Maan kiertoradalta.
- ▶ Saturn V laukaisu



Kuva: public domain
Saturn V lähdössä Apollo 11
lennolla.

Sojuz ja Proton

- ▶ R-7 pohjainen Sojuz-ohjelma on edelleen käytössä.
- ▶ N1-ohjelman ohella Sojuz ja Proton raketeilla oli tarkoitus päästä Kuuhun.
- ▶ Neuvostoliitto ei päässyt kuuhun, kun eri projektit söivät toistensa resursseja, mutta Sojuz ja Proton -ohjelmat ovat yhä käynnissä.
- ▶ Neuvostoliitto yritti ehtiä hakemaan miehittämättömällä aluksella näytteen Kuun pinnalta, ennen Yhdysvaltojen Kuulentoa, mutta ensimmäinen yritys törmäsi Kuuhun. Toinen yritys onnistui, mutta vasta Astronauttien palattua Kuusta.



Kuva: public domain
Sojuz-kantoraketti

Apollo

- ▶ Apollo ohjelma alkoi virallisesti toukokuussa 1961, kun presidentti Kennedy julisti Yhdysvaltojen käyvän Kuussa ennen vuosikymmenen loppua.
- ▶ Ohjelman tavoitteet olivat enemmänkin poliittiset ja taloudelliset, kuin tieteelliset.
- ▶ Hinta oli käsittämätön, mutta ohjelma loi uudenlaista teollisuutta, mikä piristi taloutta pitkään jatkuneen laman jälkeen.
- ▶ Gemini-ohjelma aloitettiin vasta Apollon käynnistämisen jälkeen, mutta se oli tarpeen Apollon vaatiman teknisen kehityksen kannalta.



Kuva: public domain

Apollo 1 27.1.1967

- ▶ Apollo 1 ei päässyt koskaan ilmaan.
- ▶ Koko miehistö menehtyi harjoituksessa n. kolme viikkoa ennen aiottua lähtöä.
- ▶ Aluksen hengitysilma koostui lähes puhtaasta hapesta, joten tulipalo syttyy äärimmäisen helposti.
- ▶ On arveltu, että tulipalo syttyi huolimattomien kytkentöjen aiheuttamasta kipinästä.
- ▶ Onnettomuus lykkäsi ohjelmaa lähes puolitoista vuotta, sillä koko alus suunniteltiin uudelleen paloturvallisuus silmällä pitäen.



Kuva: public domain

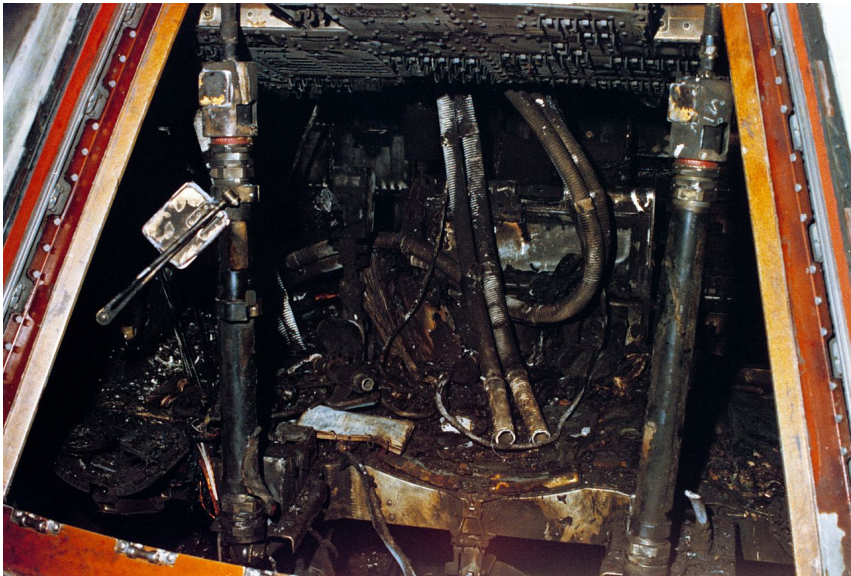
Apollo 1:n miehistö



Gus Grissom, Ed White ja Roger Chaffee menehtyivät harjoituksessa sattuneessa tulipalossa.

kuva: public domain

Apollo 1 tulipalon jälkeen



kuva: public domain

Miehittämättömät lennot

- ▶ Apollot 2 ja 3 olivat harjoituksissa käytettyjä mallikappaleita.
- ▶ Apollo 4 laukaistiin vuoden 1967 marraskuussa ensimmäisellä Saturn V-raketilla. Lento oli menestys, ja useimpia tärkeitä osia saatiin testattua samalla kertaa.
- ▶ Apollo 5 (tammikuu 1968) vei kuumodulin avaruuteen, ja siihen osattiinkin tehdä havaittujen ongelmien jälkeen korjauksia.
- ▶ Apollo 6 lennolla (huhtikuu 1968) koettiin useita moottoriongelmia, mutta kaikista selvittiin, mikä osoitti Saturn-järjestelmän luotettavuuden.
- ▶ Suunnitelmissa oli vielä yksi miehittämätön lento, mutta tiedustelutietojen mukaan Neuvostoliitto oli valmistelemassa kuulentoa, joten oli aika siirtyä miehitettyihin lentoihin.

Apollo 7 11.10.1968

- ▶ Ensimmäinen miehitetty Apollo-lento.
- ▶ Kohteena Maan kiertorata.
- ▶ Epäonnistuneen Apollo 1:n jälkeen kapseliin oli tehty yli tuhat muutosta.
- ▶ Lento kesti lähes 11 päivää.
- ▶ Astronautit sairastuivat flunssaan, mikä sai heidät varsin ärtyneiksi.
- ▶ Tehtävä oli kuitenkin menestys, ja lennolla tehtiin useita kohtaamisia kantoraketin viimeisen vaiheen kanssa.
- ▶ Rakettina toimi Saturn IB.



Kuva: public domain

Apollo 8 21.12.1968

- ▶ Apollo 8 oli ensimmäinen miehitetty lento Saturn V-raketilla ja samalla ensimmäinen miehitetty lento toisen taivaankappaleen, eli Kuun lähistölle.
- ▶ Raketin kolmas vaihe jäi kiinni alukseen, ja sen avulla alus lähti kiertämään Kuuta.
- ▶ Alus jarrutettiin kiertämään Kuuta ja Astronautit lukivat Raamatun luomiskertomusta joulupäivänä 1968 suorassa TV-lähetyksessä Kuun pinnan näkyessä ikkunasta.



Kuva: public domain

Maa



kuva: public domain

Apollo 8 lennolla kuvattiin Maa kokonaisuudessaan ensikertaa.
Etäisyys on kuvan ottohetkellä n. 30 000 km.

Apollo 9 3.3.1969

- ▶ Apollo 9 pysytteli Maan kiertoradalla.
- ▶ Mukana oli kaikki kuulennolla tarvittava, mukaanlukien kuumoduli.
- ▶ Kaksi astronauttia lensi kuumodulilla 160 km päähän komentomodulista, ja takaisin.
- ▶ Avaruuskävelyillä testattiin avaruuspukua, jossa oli mukana elintoimintoja ylläpitävä järjestelmä.



Kuva: public domain

Apollo 10 18.5.1969 - Viimeinen harjoitus

- ▶ Apollo 10 toteutti kaikki varsinaisen kuulennon vaiheet, mutta kuumoduli "Snoopy" kävi vain n. 15 km päässä Kuun pinnasta.
- ▶ Modulia ei oltu viimeistelty vielä varsinaista laskeutumista varten.
- ▶ Laskeutumisvaiheessa väärään asentoon jäänyt kytkin aiheutti vaaratilanteen.
- ▶ Ensimmäinen väri-TV-kuva avaruudesta.



Kuva: public domain
Komentomoduli "Charlie Brown"

Apollo 11 16.7.1969



kuva: public domain

Kotka laskeutuu 20.7.1969

- ▶ Mike Collins jäi komentomoduli Columbiaan, kun Neil Armstrong ja Buzz Aldrin suuntasivat kuumoduli Kotkalla Kuun pinnalle.
- ▶ Laskeutumispaikalla osoittautui olevan suuria kiviä, ja Armstrong joutui laskeutumaan käsiohjauksella.
- ▶ Laskeutumiseen varattua polttoainetta ei juuri jäänyt.
- ▶ Kotka laskeutui kuitenkin onnellisesti Rauhallisuuden mereen.



Kuva: public domain

Kuukävely

- ▶ *That's one small step for [a] man, one giant leap for mankind.*
- ▶ 600 miljoonaa TV-katsojaa seurasi, kun Neil Armstrong astui Kuun pinnalle.
- ▶ Buzz Aldrin seurasi perässä n. tunnin kuluttua sanoen ”Beautiful. Beautiful. Magnificent desolation.”
- ▶ Armstrong havaitsi liikkumisen olevan helpompaa kuin simulaattorissa, ja hän asensi TV-kameran kuvaamaan kuumodulia. Katsojat saivat seurata 2,5 tuntia kestäneen kävelyn aikana astronauttien puuhia.
- ▶ Astronautit asensivat paikalle mittalaitteen, jossa on mm. seismometri, sekä heijastin Kuun etäisyyden mittaamiseen laserilla.
- ▶ [kuvia](#)

Apollo 12

- ▶ Alukseen iski salama pian lähdön jälkeen, mutta pahoilta vaurioilta vältyttiin.
- ▶ Astronautit Charles Conrad ja Alan Bean kävelivät kahdella kävelyllä yhteensä lähes 8 tuntia.
- ▶ He hakivat osia Surveyor 3 -kuuluotaimesta ja asensivat Kuun pinnalle miehittämättömän tutkimusaseman.
- ▶ Surveyor 3:n kameran sisältä löytyi Maasta lähteneitä bakteereja, jotka saatiin jälleen aktivoitua Maassa.
- ▶ Lisäksi he ottivat suuren joukon kuvia Kuusta.
- ▶ Yleisön mielenkiinto vaihtelee nopeasti, ja jo Apollo 12-lennon aikana oli selvää että ohjelmaa tullaan supistamaan huomattavasti.

Apollo 12



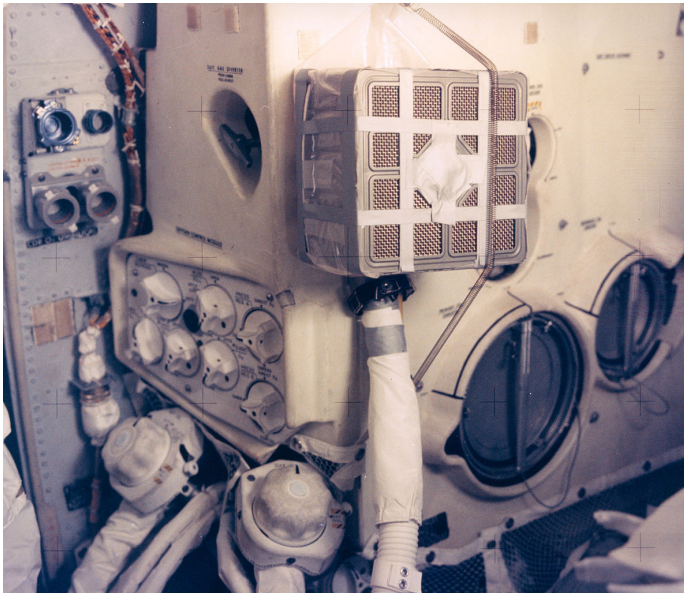
Astronautti Al Bean astuu kuumodulista Kuun pinnalle.

kuva: public domain

Apollo 13 - Houston, we've had a problem

- ▶ Lennolla oli tarkoitus laskeutua Kuuhun edellisten tapaan tekemään tutkimusta ja keräämään näytteitä.
- ▶ Huoltomodulin toinen happitankki räjähti yli 320 000 km päässä Maasta.
- ▶ Onnettomuuden takia Kuuhun ei voitu laskeutua, vaan miehistö kaarsi Kuun ympäri takaisin Maata kohti.
- ▶ Miehistö joutui pelastautumaan kuumoduliin, ja senkin virrankulutus piti minimoida, joten lämmitys ja navigointilaitteet sammutettiin.
- ▶ Kuumodulin hiilidioksidia poistavat ilmansuodattimet eivät kestäneet pitkää matkaa, joten lennonjohto kehitti jeesusteippipatentin, jolla komentomodulin paremmat suodattimet voitiin liittää kuumoduliin.

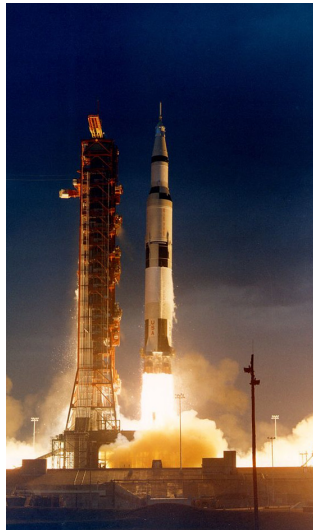
Apollo 13 ilmansuodatin



kuva: public domain

Apollo 14

- ▶ Apollo 14 onnistui muutamien moottori- ja telakoitumisongelmien jälkeen hyvin.
- ▶ Tavoitteena oli jälleen tieteelliset tulokset.
- ▶ Astronautit räjäyttelivät panoksia, joiden avulla mitailtiin Kuun seismologiaa.
- ▶ Alan Shepard löi Kuussa golf-palloja.



Kuva: public domain

Apollo 14



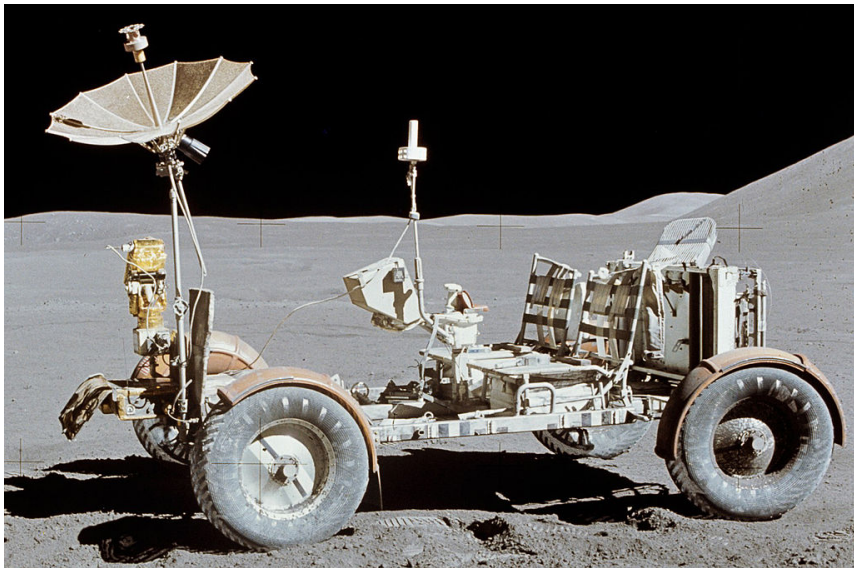
Astronautti Alan Shepard Kuussa Apollo 14-lennolla.

kuva: public domain

Apollo 15

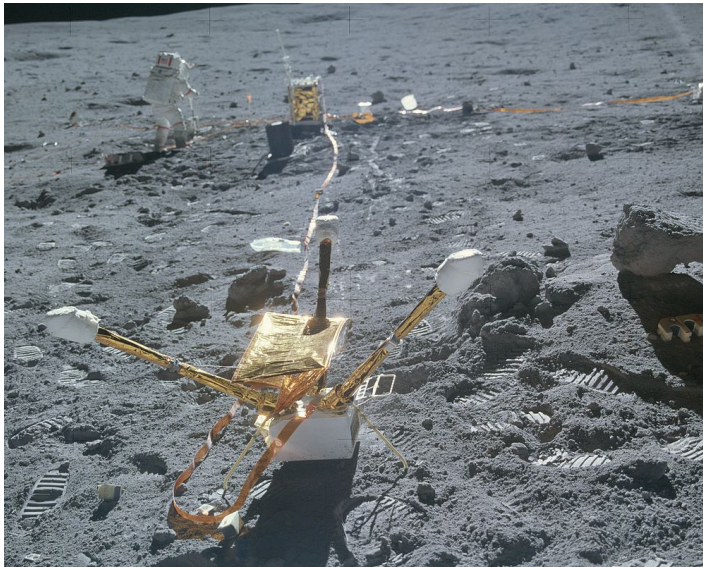
- ▶ Apollo 15 oli varustettu uusilla avaruuspuvuilla, kuuautolla ja lisävarusteilla, joilla Kuussa voitiin viipyä jopa kolme vuorokautta.
- ▶ Auton ohjailu ei ollut helppoa, vaikka nopeutta oli vain 10-15 km/h.
- ▶ Autolla ajettiin yhteensä n. 28 km.
- ▶ Astronautti Scott pudotti höyhenen ja vasaran kuuluisassa kokeessa.
- ▶ Astronautit veivät Kuuhun kirjekuoria, jotka he myöhemmin möivät laittomasti keräilijöille. Tämän vuoksi heidät siirrettiin toisiin tehtäviin lennon jälkeen.

Kuuauto



kuva: public domain

Apollo 16



Apollo 16 oli myös onnistunut lento, jolla oli tieteelliset tavoitteet.

kuva: public domain

Apollo 17 - Viimeinen reissu Kuuhun

- ▶ Viimeisellä Kuulennolla oli mukana geologi, ja lennolla tehtiinkin mittavia tieteellisiä tutkimuksia.
- ▶ He viettivät Kuun pinnalla 75 tuntia, josta 22 kävelyllä.
- ▶ Kuuautolla ajettiin n. 35 km ja astronautit kävivät parhaimmillaan 6,5 km päässä kuumodulista.
- ▶ Kuusta löytyi hieman yllättäen oranssia lasimaista hiekkaa, jota epäiltiin tuliperäiseksi.
- ▶ Viimeiset ihmiset poistuivat Kuusta 13.12.1972.
- ▶ Apollo-lentoja piti olla vielä kolme kappaletta, mutta kalliin hinnan vuoksi ne peruttiin.

Apollo 17



Geologi Harrison Schmitt tutkimassa suurta kivenlohkarettä.
kuva: public domain

Apollo-ohjelman perintö

- ▶ Apollo-ohjelman hinta oli n. 25,4 miljardia dollaria (153 miljardia nykyrahassa).
- ▶ Ohjelman alkuperäinen tavoite oli äärimmäisen poliittinen, mutta tieteellisiä tuloksia saavutettiin silti paljon.
- ▶ Kuusta tuotiin n. 380 kg kiviäytteitä.
- ▶ Kävi ilmi, että Kuu on todennäköisesti syntynyt suuren kappaleen törmätessä Maahan, eikä erillään toisistaan, kuten aiemmin ajateltiin.
- ▶ Kuun etäisyyden muutos (n. 3,8 cm/vuosi) voidaan mitata varsin tarkasti.
- ▶ Avaruusteknologinen kehitys oli luonnollisesti valtaisa.

Apollo-Sojuz - Apollon loppu ja yhteistyön alku

- ▶ Apollo-kalustolla lennettiin vielä kerran yhteistyölennolla Neuvostoliiton kanssa vuonna 1975.
- ▶ Myös tässä lennossa oli poliittinen tausta, sillä se symboloi maiden välisten suhteiden paranemista ja avaruuskilvan loppua.
- ▶ Apollo-alus ja Sojuz 19 telakoituivat n. 44 tunnin ajaksi.
- ▶ Miehistöt vaihtoivat lippuja ja lahjoja, sekä suorittivat tieteellisiä kokeita.

Apollo-Sojuz



Suurvaltojen yhteisen Apollo-Sojuz-lennon miehistö

kuva: public domain