



US Marine Corpsin VMFA-101 "Sharp Shooters" -laivueen kaksipaikkainen F/A-18D Hornet EI Torossa syyskuussa 1990. Hornetin evaluaatiolennot Yhdysvalloissa lennettiin tämän laivueen näillä koneilla. (USMC)

Lentäminen tapahtui ilmatilajärjestelyjen takia merialueella San Clemente -saaren lähistöllä. Saarella oli US Marine Corpsin tukikohta, josta käsin myös lennettiin. Lennot olivat monipuolisia sisältäen yö-, osasto- ja kaartotaistelulentoja. Merijalkaväen perinteen mukaan suomalaisille annettiin omat kutsunimet (callsigns): Jukka "Socks" Koskela, Kauko "Snaps" Vilpponen, Vesa "Stick" Keinänen ja Pauli "Pickle" Perttula. Lentoaikaa F/A-18D:llä kertyi 22 tuntia.

Saab 39 Gripen

Viimeisinä evaluaatiokohteena oli Gripen marras-joulukuun vaihteessa 1991. Lennot tapahtuivat Saabin tehtaalla Linköpingissä. Saab rajoitti lennot vain kahdelle lentäjälle, minkä vuoksi Perttula jäi varaohjaajaksi. Koska Gripenistä ei ollut kaksipaikkaista versiota, suomalaisten oli ensi läpikäytävä perusteellinen luokka- ja simulaattorikoulutus. Lisäksi ennen Gripen-lentoja lennettiin tarkastuslennot Sk 60A:lla ja Sk 35C Drakenilla. Sen jälkeen he lensivät yksin Gripenillä 2.–11. joulukuuta.

Ennen heitä Gripenillä oli lentänyt vain seitsemän Saabin ja kolme Flygvapnetin koelentäjää. Ruotsalaiset luottivat Gripeniin riittävästi päästäessään vieraat sillä lentämään. He olivat myös varsin kiinnostuneita kuulemaan suomalaisten mielipiteen koneestaan.

Gripenin koelennot olivat tuolloin monessa kohdin vielä alkuvaiheessa eikä koneen koko lentoaluetta nopeuden, korkeuden, g-arvojen ja kohtauskulmien osalta ollut vielä Saabin mukaan täysin katettu. Tämä asia rajoitti koelento-ohjelmaa. Lentoaikaa kertyi 17 tuntia.

Koejärjestelyt Hallissa

Lopullisiin ratkaiseviin kokeisiin Suomeen kutsuttiin nämä neljä konevalmistajaa alkutalveksi 1992. Lentopaikkana oli Ilmavoimien Koelentokeskus Kuoreveden Hallissa. Kullekin



Jukka Koskela ja Saabin koelentäjä Stig Holmström Sk 60 -koneen edessä Linköpingissä joulukuussa 1991. Tällä koneella sekä Sk 35:llä lennettiin tarkastuslennot ennen lentoja yksipaikkaisella Gripenillä. (Saab via Jukka Koskela)



Vesa Keinänen ja Jukka Koskela olivat ensimmäiset Gripenillä lentäneet ulkomaalaiset. Kuvassa Vesa Keinänen on saanut Gripenin maljin ja kukkakimpun onniteluna ensimmäisestä Gripen-lennostaan. (Saab via Jukka Koskela)



Saabin Gripen numero 5 rullaa Linköpingissä kiitotielle median esittelylennolle maaliskuussa 1992. Tässä vaiheessa DX-hävittäjää ei oltu vielä valittu ja Saabilla oltiin vielä toiveikkaita. (© Jyrki Laukkanen)



Jukka Koskela ensimmäisen Gripen-lentonsa jälkeen joulukuussa 1992. Koskela oli ensimmäinen Gripenillä lentänyt ei-ruotsalainen. Gripeniin nouseen poikkeuksellisesti oikealta puolelta. Näin oli myös Saab 32 Lansenissa, mutta ei muissa Saabin suihkukoneissa. (Saab via Jukka Koskela)

koneelle oli varattu kahden viikon jakso koelentoja varten. Kokeet käsittivät suoritusarvojen ja koneiden järjestelmien, etenkin asejärjestelmän eli tutkan toimintakyvyn tarkastuksia suomalaisissa olosuhteissa. Kotimaassa oli mahdollista järjestää usean koneen maaliosasto lentämään kullekin ehdokkaalle keskenään samanlaiset maalitilanteet samanlaisissa olosuhteissa.

Työpisteenä Hallissa oli Koelentokeskuksen halli 10, jonne itse lentokone ja tukimateriaali sijoitettiin. Hallin taakse pystytettiin kaksi parakkia toimisto- ja kokoustiloiksi. Evaluation ajaksi lentokenttäalueen vartiointia ja valvontaa tehostettiin sotilaspoliisin voimin. Alueelle pääsi vain erikoisluvilla.

Paineet median taholta olivat kovat. Kunkin koneen vierailun aikana järjestettiin pääsääntöisesti yksi tiedotustapahtuma. Muutoin tiedon kerääminen toimittajilta jäi kentän aidan takaa tehtyyn päivystämiseen.

Kunkin koneen mukana tuli parisenkymmentä tehtaan edustajaa lennättämään konettaan. Vieraat majoittuivat Jämsän hotelleihin. Tekniikan ja johdon lisäksi jokaisen koneen mukana tuli kaksi lentäjää. Suomalaiseen varsinaiseen koelentoryhmään kuuluivat kolme koelentäjää Jukka Koskela, Pauli Perttula ja Vesa Keinänen sekä koelentoinsinööri Kauko Vilpponen. Lisäksi suomalaisia oli mukana tiivis joukko mekaanikkoja sekä järjestelmäasiantuntijoita.

Amerikkalaisten vaatimuksesta ja toimesta Hallin kentälle viriteltiin siirrettävä BAK-12-pysäytysvaijerijärjestelmä kiitotien länsipäähän. Tarvittavat laitteet tuotiin ja haettiin kahden Yhdysvaltain ilmavoimien C-130 Hercules -koneen voimin.



Kolme toisen siirtoerän Hornetia HN-461, HN-463 ja HN-467 jo Suomen ilmatilassa yhden Hävittäjälentolaivue 21:n Hornetin saattamana 16. helmikuuta 1996. Ennen Rissalaan saapumista saattokoneiksi vaihtui kaksi Hävittäjälentolaivue 31:n MiG-21BIS-hävittäjää. (© Jyrki Laukkanen)

keen jo Indianapolisin yläpuolella. Tämä tehtiin reitin huonoimmista olosuhteista eli pimeässä ja osittain pilvessä. Lennon edistyessä osasto pääsi ennen Albanyn yllä tehtyä toista täydennystä kirkkaaseen ilmaan pilven päälle. Alkumatka lennosta tapahtui pimeässä, mutta kirkas kuu valaisi yötä. Grönlannin eteläkärjen tasalla päivä alkoi hitaasti valjeta. Lennolla käytetty reittikorkeus oli tankkaamisen takia vain lentopinta 250 (7600 m), mikä sinänsä oli matkasuoritusarvojen kannalta optimia matalampi. Matkanopeutena käytettiin 430 solmun tosinopeutta (800 km/h). Koko reitille tuli keskimääräiseksi maanopeudeksi 850 km/h, mistä ansio oli laskettava Pohjois-Atlantilla aina puhaltaville läntisille ylätuulille.

Viimeinen tankkaus Horneteille tehtiin lähestyttäessä Norjan rannikkoa Bergenin lähellä. KC-10A lensi Hornetien mukana vielä Oslon yläpuolelle asti. Tästä Hornetit jatkoivat Pirkkalaan omineen ja Gold 91 kääntyi kohti Mildenhallia Englannissa nousten lentopinnalle 350.

Ruotsin ilmatilassa Flygvapnetin kaksi Viggeniä kävi läheltä vilkaisemassa suomalaisuuksia. Suomen ilmatilaan tulon jälkeen saattajiksi liittyi kaksi Drakenia ja kaksi MiG-21BISiä. Hornetit laskeutuivat Pirkkalaan ylilennon jälkeen 7.11.1995 kello 15.06. Oli kulunut 9 tuntia 32 minuuttia lähdöstä St. Louisista. Lentosuunnitelman ylittävät viisi minuuttia kuluivat kierrokseen Tampereen kaupungin ylitse.



Ilmatankkaus Atlantin yllä Hornetista nähtynä ensimmäisellä siirtolennolla marraskuussa 1995. (Ilmavoimat)

Ensimmäinen Hornet HN-465 laskussa Pirkkalaan tiistaina 7. marraskuuta 1995. Lentoaikaa siirtolennolla kertyi 9 h 32 minuuttia ja matkaa 8090 km. (Ilmavoimat)



Toinen siirtolento

Kaikki kaksipaikkaiset F-18D-koneet saatiin Suomeen, kun 16. helmikuuta 1996 toisella siirtolennolla HN-461, HN-464 ja HN-467 laskeutuivat Kuopioon puoli yhden aikaan. Suunniteltu saapuminen oli jo torstaina 15. päivä, mutta varakenttänä olleen Keflavikin huono sää ei tällä kerralla parantanut ajoissa ja lentoa jouduttiin siirtämään vuorokaudella.

Kolmen viimeisen koneen siirto tapahtui samalla tavoin kuin edellä kerrottu ensimmäisten lentokin. Kutsukin oli sama eli Zesty 41–43. Miehistönä oli tällä kertaa amerikkalaiset Ross Roberts, John McSherry ja Brian Grant sekä suomalaiset Heikki Harjunmaa, Osmo Tolvanen ja Jari Tuominen.

Tulijoita oli aluevesirajan tuntumassa vastassa Hornet Pirkkalasta ja Hawk Koelentokeskuksesta. Hallin yläpuolella Satakunnan Lennoston Hornet luovutti saattovastuun kahdelle Karjalan Lennoston MiG-21BIS-koneelle. Parin johtaja toivotti tulijat tervetulleiksi sanoilla ”Zesty 41, welcome to Karelian Air Command’s airspace”.

F-18C-koneiden tuotanto Hallissa

Kaikki yksipaikkaiset F-18C-koneet koottiin St. Louisista lähtevistä komponenteista Valmet Lentokoneiteollisuuden ja vuodesta 1997 nimenmuutoksen jälkeen Patria Finavitecin Kuoreveden tehtailla Hallissa. Finavitec valmistu myös eturungon puolikkaita ja sivupaneeleita.

Tuotannon aikana elokuussa 1997 myös perinnerikas McDonnell Douglas sulautui Boeingiin. Ilmavoimien Hornetista tuli tuolloin Boeing F-18C Hornet. Ensimmäisen F-18C:n rungon kokoonpano alkoi Hallissa elokuussa 1995.

Moottorien kokoonpano tapahtui Valmetin Linnavuoren tehtaalla. Ensimmäinen Suomessa koottu F404-GE-402-moottori valmistui elokuussa 1995.

McDonnell Douglasin (MDA)/Boeingin koelentäjät lensivät kaikki valmistajatehtaan lennot Hallissa. He olivat David Desmond, Gary Jennings, Fred Madenwald, Mike Bryan, Ernie Wattam ja Phil Pirozzi. Amerikkalaislentäjien vakiomuotoinen minkä tahansa lennonjohdon antaman sel-



F-18C:n eturungon puolikasta siirretään Hallissa loppukokoonpanohalliin huhtikuussa 1994. (© Jyrki Laukkanen)



Ilmavoimien F/A-18C Hornet HN-432 tankkaa ilmassa USAF:n 100th Air Refueling Wing -lennoston KC-135R-tankkauskoneesta Arctic Challenge Exercise 21 -lento-ohjelmassa 15. kesäkuuta 2021. (USAF)



Kaksi Ilmavoimien Hornetia HN-421 ja HN-441 lennolla Ranskan ilmavoimien Mirage 2000-5F 123 115-KD:n kanssa Arctic Challenge Exercise 15 -lento-ohjelmassa 2. kesäkuuta 2015. (Armée de l'Air)



Kaksi Ilmavoimien Hornetia rullaa Keflavikissa Islannissa Iceland Air Meet -lento- ja harjoituksessa 12. helmikuuta 2014. Suomesta oli mukana viisi F/A-18C Hornetia. (NATO)

Iceland Air Meet 2014

Tämä Islannissa 3.–21. helmikuuta 2014 toteutettu harjoitus yhdessä Ruotsin ja Norjan kanssa aikaansai ennakkoon keskustelutulvan varsin korkealla tasolla ja siitä tuli osin poliittista peliä.

Islannilla ei ole omaa ilmapuolustusta. Vuoteen 2006 asti ilmavalvonnasta vastasi Yhdysvaltain ilmavoimat Keflavikin tukikohdasta operoivilla hävittäjillä. Yhdysvaltain lähdettyä vieraan valtion koneet olivat loukanneet Islannin ilmatilaa, jolloin NATO-maa Islanti pyysi jäsenmailta ajoittaista hävittäjäpäivystystä ilmatilan valvontaan. Tämä toiminta alkoi vuonna 2008 ja on sittemmin vaihdellut muodoltaan ajoittain suoritettavana muutaman koneen hävittäjäpäivystyksenä Keflavikissa jäsenmaiden toimesta. Pysyvää tukikohtaa Keflavikissa ei ole.

Vuonna 2014 valvontavuorossa oli Norja, jolloin Suomi yhdessä Ruotsin kanssa päättivät osallistua valvontaan. Kyseessä näytti olevan NATO-operaatio. Asian tultua julkisuuteen marraskuussa 2013, valvonta- ja tunnistustoimintaan osallistuminen muutettiin lentoharjoitukseksi Suomen ja Ruotsin osalta. Molempien maiden koneet olisivat aseistamattomia eivätkä osallistuisi tunnistuslentoihin, joihin NATO:n Icelandic Air Policing and Surveillance (ISLAPS) -operaatio oli tarkoitettu. Nyt tapahtuma järjestettiin pohjoismaisena NORDEFECO-yhteistyönä Keflavikin tukikohdassa.

Ilmavoimien puolesta harjoituksen suunnittelusta ja toteutuksesta vastasi Satakunnan Lennosto. Suomesta harjoi-

tukseen osallistui viisi MLU 2 -tasoon päivitettyä F/A-18C Hornetia. Mukana on myös kaksi maavoimien NH90 -helikopteria Helikopteripataljoonasta, jotka toimivat etsintä- ja pelastuspalvelutehtävissä. Ne siirrettiin Islantiin merikuljetuksella Norjasta. Ilmavoimien toimintaa tuki lisäksi kaksi Tukilentoalivueen C-295M-konetta ja yksi Learjet 35A.

Ruotsista Keflavikiin lensi seitsemän Gripen-hävittäjää, joita tuki Tp 84 Hercules ilmatankkaustehtävässä.

Varsinaisista valvontalennosta vastasi seitsemän Nor-





F/A-18D HN-466 matkalla Ouluun elokuussa 2014. Kone lentää pienellä nopeudella hitaan kuvauskoneen takana FLAP-toiminnan ollessa valinnassa AUTO. Kohtuullisessa hidaslennossa AUTO-moodissa etureunasiivekkeiden (LEF) kääntymiskulma kasvaa lineaarisesti nollassa 34 asteeseen, kun kohtauskulma kasvaa nollassa 25 asteeseen. Jättöreunasiivekkeet (TEF) kääntyvät lineaarisesti alaspäin nollassa 17 asteeseen, kun kohtauskulma kasvaa nollassa 11 asteeseen. Kun kohtauskulma kasvaa 15°:sta lähtee kääntymiskulma pienenemään ja menee nolnaan, kun kohtauskulma on 25°. Siiven kärjissä on AIM-9X-ohjukset, sisäripustimissa AGM-154C JSOW -liitopommit ja ulkoripustimissa GPU-38 (Mk 82) -täsmäpommit. (© Michael de Boer / COAP)

päin nollassa 17 asteeseen, kun kohtauskulma kasvaa nollassa 11 asteeseen. Kun kohtauskulma kasvaa 15°:sta lähtee kääntymiskulma pienenemään ja menee nolnaan, kun kohtauskulma on 25°.

Kun Machin luku kasvaa 0,6:sta 0,9:ään kääntymiskulma lähtee pienenemään tällä välillä perusarvosta 8° ja menee nolnaan kohtauskulmalla 20°. Kun nopeus kasvaa arvosta 745 km/h (402 kt) suurin kääntymiskulma pienenee 17°:sta nopeuden kasvaessa lineaarisesti niin, että suurin kulma on 5°, kun nopeus on 865 km/h (467 kt) tai yli. Painon ollessa pyörillä jättöreunasiivekkeet menee nolllille.

HALF

HALF-toiminnassa nopeudella alle 463 km/h (250 kt) etureunasiivekkeet (LEF) kääntyvät kohtauskulman funktiona. Myös siivekkeet kääntyvät alaspäin yhdessä jättöreunasiivekkeiden (TEF) kanssa nopeuden funktiona aina 30 asteeseen asti lähestymisnopeudella. Kun nopeus on yli 463 km/h toiminta siirtyy AFU-moodiin, jolloin näyttöön syttyy oranssinen FLAP-varoitusvalo. Maassa etureunasiivekkeet asettuu asentoon 12° ja jättöreunasiivekkeet (TEF) sekä siivekkeet menevät asentoon 30°. Kun siipien taiton lukitus ei ole päällä siivekkeet keskittyvät.

FULL

FULL-toiminnassa toiminta on samanlainen kuin HALF-toiminnassa, paitsi jättöreunasiivekkeet (TEF) nopeuden funktiona alaspäin 45 asteeseen ja siivekkeet 42 asteeseen. FULL-valinnalla tulevat vaiheittain HALF-asennosta lisää alas nopeuden pienentyessä, niin että ne ovat täysin alhaalla vasta kun nopeus on alle 267 km/h (144 kt).

Maassa etureunasiivekkeet asettuu 12 asteeseen, jättöreunasiivekkeet (TEF) 45 asteeseen ja siivekkeet 42 asteeseen.

Autopilotti (AFCS)

Autopilotilla eli automaattisella ohjausjärjestelmällä (automatic flight control system) on kaksi perusmoodia: Ohjaajan avustus (pilot relief) ja navigointi (data link).

Ohjaajan avustustoiminnassa autopilottitoiminnassa on valitun suunnan sekä korkeuden säilytys. Navigoinnissa autopilotti lentää kulloinkin kytketyn navigointi- tai lähestymisjärjestelmän ohjaamana. Amerikkalais koneissa on muun muassa automaattinen tukialuslähestyminen (automatic carrier landing (ACL)).



AIM-9X Sidewinder F/A-18D HN-461:n oikeassa siiven kärjessä. AIM-9X-ohjukset hankittiin MLU 1-päivityksessä. (Ilmavoimat)



MLU 1:n yhteydessä Hornetiin hankittiin myös uusi JHMCS-kypärätähtäin, jossa maali- ja ammutatiedot tulevat kypärän silmikolle. Uusi kypärä koelentovaiheessa Hallissa syyskuussa 2006. (© Jyrki Laukkanen)

Hornetin päivityksiä

Tietokonepohjaisena lentokoneena Hornetin käyttöjärjestelmien ja ohjausjärjestelmien ohjelmien päivitys jatkui kaiken aikaa ulkoisten muutosten ollessa pieniä.

MLU 1

Vuonna 2004 aloitettiin Horneteihin eliniän päivityksen ensimmäinen vaihe MLU 1 (Mid Life Update), mikä keskittyi koneen ilmataistelukyvyyn ylläpitämiseen ja kehittämiseen. Sen yhteydessä Horneteihin hankittiin muun muassa lähitaistelukykyä parantava JHMCS-kypärätähtäimen (Joint Helmet Mounted Cueing System) ja nykyaikaisen lämpöhakuisen AIM-9X-ohjuksen muodostama kokonaisuus.

AIM-9X-ohjuksen käyttövalmius edellytti digitaalisen dataväylän asentamista siivenkärjessä olevalle laukaisulaitteelle asti. AIM-9X:n käyttöönotto vaati myös entisen siivenkärjen LAU-7-laukaisulaitteen modifioimisen LAU-7D/A- tasoon.

AIM-9X:llä on entistä parempi liikehtimiskyky ja siinä

on paljon laajempi hakupään kääntymiskulma. Tämän ansiosta maali voidaan osoittaa jopa suoraan ampuvan koneen sivulta. Kypärätähtäin mahdollisti maalinseurannan ja maalinosoituksen päänliikkeiden mukaisesti. Kypärän visiiriin heijastettavat näyttötiedot noudattavat HUDin (Head Up Display) symboliikkaa. Uusi kypärä on Gentex-yhtiön valmistama HGU-55P.

MLU 1:ssä päivitettiin myös liikkuvan taktisen kartaston järjestelmä (Tactical Aircraft Moving Map Capability, TAMMAC). Tietovuojärjestelmä DLEC II päivitettiin uudella DLEC III versiolla.

Jo ennen MLU 1 -päivitystä tehtiin koneisiin ARC-210 Havequick -yhteysradion päivitys sekä korvattiin alkuperäinen APX-100 IFF-omakonetunnuslaite uudemmalla APX-111 CIT:llä (Combined Interrogator-Transponder). MLU 1 saatiin päätökseen vuonna 2010

MLU 2

Hornetien toisen vaiheen päivitys MLU 2 toteutettiin vuosina 2012–16. Päivityksessä vanhat CRT-kuvaputkityyppiset yksiväriset MFD-näyttölaitteet korvattiin uudella MIDS-järjestelmän (Multifunctional Information Display System) suuremmilla monivärisillä LCD-näyttölaitteilla, joiden luettavuus oli entisiä selkeästi parempi.

Entinen 1990-luvulta käytössä ollut kotimainen DLEC VIIRI -tiedonsiirtojärjestelmä vaihdettiin kansainvälisten standardien mukaiseen läntisten ilmavoimien kanssa yhteensopivaan Rockwell Collins UK Ltd:n valmistamaan Link 16 -järjestelmään. Tämä muutos vaati myös maa-asemien laitteiston uusinnan.

Koneeseen vaihdettiin myös uudet Rockwell Collins RT-1851 AN/ARC-210 -radiot, uusi maalinmäärittäykseen sopiva Raytheon MAGR2K GPS -laitteisto (Miniaturized Airborne GPS Receiver 2000) ja kansainvälisessä ilmatilassa lentämiseen tarpeellinen siviilimääräykset täyttävä omatunnuslaitteisto (transponderi).

Myös koneen sensoreita päivitettiin ja koneeseen lisättiin uusi Saabin BOL-omasuojaheitinjärjestelmä, jonka heittimet sijoitettiin siipiripustimien kylkiin, eivätkä siten rajoita ripustimen kuormauskykyä.

Tässä päivityksessä integroitiin varustukseen jo aiemmin kokeilukäytössä ollut Northrop-Grummanin valmistama elektro-optinen AN/AAQ-28 LITENING-maalinosoitus-säiliö. LITENING-säiliössä on suuriresoluutioinen infrapunasensori (FLIR, Forward Looking Infra Red), joka antaa koneen näytölle maalin infrapunakuvan. Lisäksi säiliössä on CCD-kamera, jolla saadaan kuva näkyvän valon alueella.

Kaikki nämä uudet järjestelmät vaativat lisäksi uuden tehtävätietokoneen ohjelmiston päivityksen. Siten MLU 2:een liittyi myös uuden ohjelmistoversion SCS 23 X(F) kehittäminen, testaaminen ja lopullisen version vastaanotto.

MLU 2:n merkittävin Hornetin käytön laajennus oli ilmasta maahan -asejärjestelmien hankinta ja integroiminen koneeseen. Yksi näistä uusista täsmäaseista oli lyhyen kantaman ohjautuva pommi JDAM (Joint Direct Attack Mu-



Kaksi 925 kg GBU-31V3 (BLU-109) JDAM -tunkeumatäsmäpommiä kuljetusalustalla. (Ilmavoimat)



MLU 2:ssa Hornetiin asennettiin uusi Saabin BOL-omasuojaheitinjärjestelmä, jonka heittimet sijoitettiin siipiripustimien kylkeen. (© Jyrki Laukkanen)



AGM-154C JSOW -liitopommi Hornetin oikean siiven ulkoripustimessa. (Koelentokeskus)



Ulomman siipiripustimen kaksoislaukaisukisko. (Ilmavoimat)



AGM-158A JASSM -risteilyohjus Hornet ulommassa ripustimessa. (© Samuli Haapala / Combat Camera)



Northrop Grumman AN/AAQ-28 LITENING -maalinosoitussäiliö Hornetin runkoripustimessa. (© Jyrki Laukkanen)

nition). JDAM-järjestelmässä on kyse INS/GPS-pohjaisen ohjausjärjestelmän sisältävän pyrstön liittämistä sopiviin vapaasti putoaviin GBU-pommimalleihin, jolloin niistä saadaan täsmäaseita.

Ilmavoimien käytössä olevien GPS-ohjautuvien pommi- en taistelukärkinä ovat on Mk 84 -sirpalepommi (GBU-31(V)1, 907 kg / 2000 lb), Mk 83-sirpalepommi (GBU-32, 454 kg / 1000 lb), Mk 82 -sirpalepommi (GBU-38, 227 kg / 500 lb) tai BLU-109-tunkeumapommi (GBU-31(V)3, 907 kg / 2000 lb).

Toinen koneeseen integroitu ilmasta-maahan täsmä- ase oli keskipitkän matkan 497 kg liitopommi Raytheon AGM-154C JSOW (Joint Standoff Weapon). Tämä liito-



GBU-31 (Mk 84) 925 kg JDAM -täsmäpommi Hornetin ripustimessa Hallissa elokuussa 2011. (Koelentokeskus)



F-18C HN-414 silmukan pystyasennossa Koelentokeskuksessa Hallissa kesäkuussa 1999. Sileällä koneella Hornetin hyvä työntövoima/paino-suhde mahdollistaa hyvän liikehtimiskyvyn jo perusmoottorilakin. (© Jyrki Laukkanen)



F-18C HN-414 saman silmukan laskevalla osalla. Rauhallisessa liikehtimisessä ohjausjärjestelmä G-rajoitin rajoittaa kuormituskerroimen noin 7,5:een. (© Jyrki Laukkanen)

hallitsemattomaan kallistukseen, nopeaan nokan asennon tahattoman muutokseen ja kehittyä virheliikkeeksi. Oireiden ilmetessä tulee ohjaimet heti keskittää ja vaakakierre lopettaa.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä pienelle lakinopeudelle päättyvissä pystyliikkeissä, koska koneella on taipumus joutua pyrstöluisuun, jos nopeutta ei ole riittävästi ohjaintehoon. Pienellä nopeudella tehdyn silmukan laella täytyy säilyttää tai jopa lisätä vetoa niin paljon, että nokka jatkaa oikeaan suuntaan. Vedon löysääminen alle 22 asteen kohtauskulmalla johtaa siihen, että FCS yrittää voimakkaasti pienentää kohtauskulmaa. Tämä johtaa siihen, että koneen nokka nousee voimakkaasti selkääsennossa, vaikka pyrkimys on saada nokka horisontin alapuolelle liikkeen jatkamiseksi. Tästä tilanteesta kone voi alinopeudella menettää ohjattavuutensa ja joutua pyörivään virheliikkeeseen, jossa korkeuden menetys on huomattavan suuri. Tästä syystä pystyliikkeiden aloitusnopeus tulee olla riittävän suuri ja muis-tettava ohjausjärjestelmän ominaisuudet.

Virheliikeominaisuudet

Hornetilla on taipumusta tietyissä olosuhteissa joutua virheliikkeisiin (departure). FCS:n ohjelmistoa on koneen käytön

aikana jatkuvasti kehitetty. Viimeisin versio FCC OPF v10.7 on tuonut lukuisia parannuksia, joilla herkkyys virheliikkeisiin on pienentynyt aikaisemmasta.

Tyypillisin virheliikkeelle altistava tilanne syntyy yleensä luisutilanteessa, jonka ohessa käytetään voimakasta ohjaamista. Se alkaa luisuun liittyen tahattomana kallistumisenä samaan suuntaan. Virheliikkeen alku ei välttämättä ole raju ellei se tapahdu yli 0,8 Machin nopeudella ja alle 5 asteen kohtauskulmalla suuria ristikkäisiä ohjainpoikkeutuksia käyttämällä. Koneen epäsymmetrinen kuorma lisää alttiutta virheliikkeisiin. Tästä syystä ohjekirjan rajoituksia tulee noudattaa. Etenkin rajuja kallistusliikkeitä nopeuden 225 kt alapuolella epäsymmetrisellä kuormalla ja sivuluisutilanteita tulee välttää.

Kun kohtauskulma kasvaa yli 35° kuuluu ohjaajalle kohtauskulmasta varoittava ääni. Kun sivuluisu kasvaa suureksi tilalle tulee luisusta varoittava ääni.

Useimmissa tapauksissa kone oikenee virheliikkeistä vapauttamalla kaikki ohjaimet ja sulkemalla lentojarru. Jalokojen tulee olla pois polkimilta, koska niiden tahaton painaminen voi pahentaa tilannetta. Virheliikkeen kehitystä voi seurata monitoroimalla korkeutta, kohtauskulmaa ja suunta- kulmanopeutta (yaw rate). Jos virheliike jatkuu vedetään tehovivut tyhjäkäynnille moottorien sakkauttamisen estämiseksi.

Pyörimiseen virheliikkeessä liittyy suuret muutokset kohtauskulmassa ja nopeudessa, suuret sivuttaisvoimat, kallistukset ja suunnanmuutokset samaan suuntaan. Ohjaajan



F-18D HN-461 virheliikkeen alussa Departure-koululennolla. Pystynousun lopussa kone on lähtenyt putoamaan lähes vaakasuunnassa hieman ylhäällä. Hyvin osuneesta alkutilanteesta kone tulee pitkään suoraan alas pyrstö edellä. (© Jyrki Laukkanen)

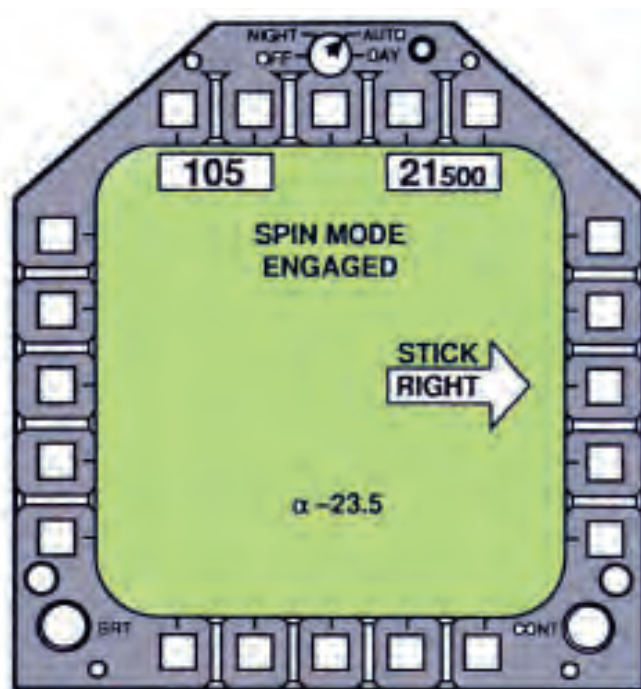
tekemät ohjainpoikkeukset voivat vain viivästyttää oikemista, joten ohjaimet on pidettävä vapautettuna siihen asti, kun kaikki kolme merkkiä oikemisestä tai selvä osoitus syöksykierteestä on varmistettu, missä tapauksessa noudatetaan FCC:n antamaa oikaisuohjetta.

1. Kohtauskulman ja luisun varoitusäänet ovat poistuneet.
2. Sivuttaisvoimat ovat vaimentuneet.
3. Nopeus kasvaa yli 180 solmun.

Hornetilla on perinteisesti esiintynyt useita hallitsemattomia virheliikkeitä, joita tutkittu ja joiden pohjalta on tehty parannuksia FCC:n ohjelmistoihin (OFP v.10.7) niin, että virheliikkeisiin joutumisen riski on pienentynyt. Hornetin perinteiset virheliikemoodit ovat:

- Putoava lehti (Falling Leaf), johon altistuu suurella kohtauskulmalla liikehdittäessä, nokka ylhäällä selkäasennossa, ballistisen lentoradan lopussa. Tähän liittyy jatkuvaa suunnan ja kallistuksen heilahtelua, sivuvoimien vaihtelua ja kohtauskulman vaihtelua välillä -10° ja $+70^{\circ}$. Oikaisu tehdään vapauttamalla ohjaimet. Tämä virheliiketyyppi on ollut ongelmallisimmin.

- Syöksykierre (Spin), joita on pyörimisnopeudeltaan kolme erilaista. Niihin altistuu liikehdittäessä suurilla tai ylisuurilla kohtauskulmilla epäsymmetrisillä siipikuormilla. Kierre voi olla melko rauhallinen hitaasti pyörivä (Low Yaw Rate Spin) kohtauskulmilla $50-60^{\circ}$. Toisessa tyyppissä (Intermediate Yaw Rate Spin) pyörimisnopeus (Yaw Rate) vaihtelee ja on edellistä suurempi, esiintyy pituus- ja kallistusheilahte-



DDI:n syöksykierteen oikaisumoodin näyttösiivu (Spin Recovery Mode, SRM), joka antaa ohjaajalle tiedon syöksykierteeseen joutumisesta, oikaisumoodin kytkeytymisestä ja ohjeen sauvan oikaisuun tarvittavasta liikesuunnasta. (NATOPS)

lua kohtauskulman vaihdella $40-80$ asteen välillä. Asennon tajuaminen on vaikeaa liikkeen usean suunnan heilahtelun vuoksi. Kolmannessa kierremallissa (High Yaw Rate Spin) kierre on tasaisen lattea kohtauskulman ollessa $80-90^{\circ}$. Pyörimisnopeus on suuri yli 100° . Ohjaajaan vaikuttaa jopa $3,5G$:n eteenpäin suuntautuva kiihtyvyys. Kaikissa näissä tapauksissa FCC tunnistaa syöksykierteen, kytkee Spin Recovery -moodin (SRM) päälle ja näyttää oikealla DDI:llä kierteen oikaisuohjeet, jonka mukaan sauva poikkeutetaan täysin näyttävän nuolen suuntaan (pyörimisen suuntaan) ja pidetään siellä, kunnes pyöriminen lakkaa. Oikaisuun kuuluu kierretyypistä riippuen $2\frac{1}{2}$ kierrosta tai vähemmän.

- Ulkopuolinen syöksykierre (Inverted Spin) onnistuu vain pitämällä ohjaimet kierreasennossa. Kohtauskulma on -50° ja pyörimisnopeus on noin $30^{\circ}/s$. Oikaisu DDI:n oikaisuohjeen mukaan sauva täysin nuolen suuntaan (kierteen vastakkaiseen suuntaan).

Kierteen oikaisutoimenpidettä eli sauvan viemistä laitaan ei pidä tehdä ennen kuin oikaisuoli näyttää vakaasti. Siihen asti on paras pitää ohjaimet vapautettuna.

Ohjaajien koulutukseen on kuulunut virheliikkeiden koululento (Departure Demonstration). Itse koin sen hurjimpana suihkukoneella tehtynä liikehtelynä koko lentourani aikana. Moista lentoa ei MiGeillä olisi voinut edes kuvitella.

Normaaliliuku

Ennen korkealta liukuun lähtöä kannattaa tuulilasia lämmitellä huurtumisen estämiseksi lisätä tuulilasin huurteenpoistoa (DEFOG-HIGH) ja tarvittaessa jäänpoistoa (WIND-