

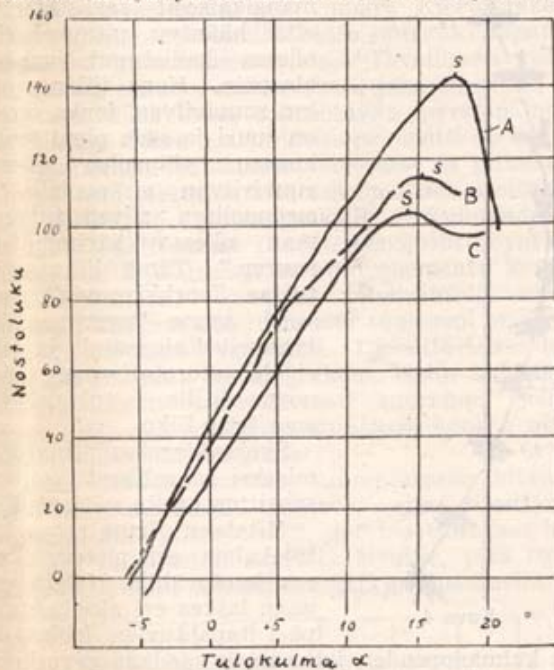
Syöksykierukka.

Tekn. ylioppilas, res. vänr. Yrjö Mäkisalo.

Aeron v:n 1930 kirjoituskilpailussa palkittu kirjoitus.

Lentoturvallisuuden lisääminen on aina ollut niin lentokonerakentajien kuin ohjaajienkin eräänä pääpyrkimyksenä. Tässä yhteydessä esiintyy moniakin ongelmia, joista tärkeimpiä on sivutasapainoprobleemi. Sivutasapainon menetystä seuraa nimittäin usein vaarallinen liike, syöksykierukka *) (ransk. vrille, engl. tail spin, saks. Trudeln). Erään amerikkalaisen arvion mukaan on enemmän kuin puolet kaikista viime vuosikymmenen aikana sattuneista kohtalokkaista lento-onnettomuuksista tapahtunut siten, että lentokone on syöksynyt kierukassa maahan. Lentokoneen joutuminen syöksykierukkaan ja oikaisun epäonnistuminen on pantava koneen puutteellisten lento-ominaisuuksien ja ennenkaikkea ohjaajan kokemattomuuden tilille. Seuraavassa on asiaa koetettu lyhyesti valaista.

Aluksi on hyödyllistä kerrata eräs aerodynamiikan



Kuva 1.

*) Ilmavoimiemme sanaston "syöksykierukka"-sanan sijasta annamme säilyä kirjoittajan sanan, jota tässä puolustaa aiheen konkreettisuontoinen käsittelytapa. — Toim.

perusseikka. Kun lentokoneen siipi liikkuu ilmassa eteenpäin, on sen nostovoima riippuvainen siipi-profiilin jänteen ilmavirran suunnan kanssa muodostamasta n.s. tulokulmasta (a, kuva 2) siten, että tulokulman suureutuessa nostovoima kasvaa. Kuvassa 1 on graafisesti esitetty muutamien siipi-profiilien nostoluvun riippuvaisuus tulokulmasta. Mutta jos tulokulmaa suurennetaan yli määrätyn rajan, 15°—20°, ei nostovoima enää kasva, vaan pienee (kuva 1, pisteistä S oikealle). Ilman virtaus,



a.



b
Kuva 2.

joka vain pitkin siiven pintaa kulkiessaan aiheuttaa nostovoiman, ei enää pysy kiinni siivessä, vaan irtautuu yläpinnalla siitä pieniksi pyörteiksi (kuva 2 b). Tällöin siiven nostovoima vähenee ja vastus suurenee n.s. "pyörteilemisen" (burbling) vaikutuksesta. K.o. "kriittillistä" tulokulmaa vastaa siis maksiminostovoima.

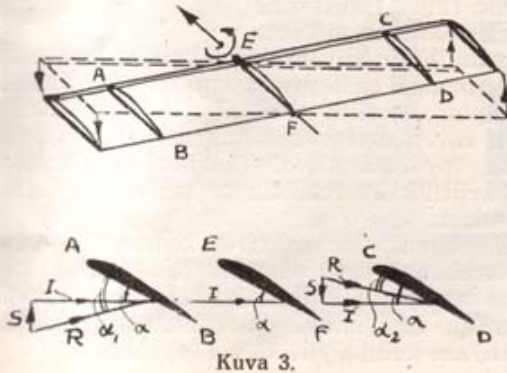
Syöksykierukassa ilmavirta kohtaa jonkin siiven osan "kriittillistä" suuremmissa tulokulmassa. Tehtävämme on nyt tarkastaa, kuinka tulokulma joutuu ylittämään maksiminostoa vastaavan "kriittillisen" kulman, s.o. kuinka yliveto voi tapahtua.

1. Yliveto nousussa. Lentokone kohoaa, kun tulokulmaa korkeusperäsimellä suurennetaan (sauvaa vetämällä). Tämä on mahdollista vain siihen asti, kunnes "kriittillinen" tulokulma on saavutettu. Tällöin lentokone liikkuu pienimmällä nopeudellaan ja tulokulmalla, joka vastaa maksiminostoa. Jos nyt vedetään nokkaa vielä ylemmäs, ei lentorata enää kohoaa, rungon akseli ja siis myös siipi vain kääntyvät jyrkempään kulmaan lentorataa vastaan, n.s. ylivetokulmaan.

2. Yliveto liukulennessä. Liukulennessä toimii lentokoneen painon lentoradan suuntainen komponentti eteenpäin kuljettavana voimana. Tällöin täytyy lentoradan olla loivasti alaspäin kallistunut. Pienin liukukulma on määrätynsuuruinen, ja jos liukumista koetetaan vetämällä loiventaa, on siitä seurauksena vain se, että nokka nousee, lentoradan pysyessä ennallaan ja ilmavirta siis kohtaa siipi-profiilin ylivetokulmassa.

3. Sivulaisu ylöspäin. Jos kaarrossa annetaan liaksi jalkaa, s.o. käytetään liian voimakkaasti sivuperäsintä, kallistamatta konetta vastaavasti siivekkeillä, luisuu kone sivulle ulospäin. Tällöin muodostaa rungon pituusakseli kulman liikesuunnan kanssa, siis ilmavirta kohtaa rungon vinosti sivultakäsin. Tästä johtunut suurentunut vastus voi hidastuttaa koneen vauhtia siinä määrin, että siiven nostovoima ei enää vastaa lentokoneen painoa, joten lentorata tulee jyrkemmäksi ja tulokulma voi nousta yli "kriittillisen". Siis lisääntyneen vastuksen vaikutuksesta nopeus on pienentynyt (n.s. vauhtikato) alle lentokoneen miniminopeuden, mistä seuraa noston väheneminen, lentoradan jyrkkeneminen ja tulokulman kasvu ylivedetyksi.

Ylivedetystä tilasta joutuu tavallinen lentokone helposti syöksykierukkaan. Kun lennetään "normaalilentoalueella", s.o. "kriittillistä" tulokulmaa pienemmillä kulmilla, vaimenee rungon pituusakselin ympäri tapahtuva satunnainen, esim. tuulenpuuskan aiheuttama kallistuminen seuraavasti: Lentokoneen kääntyessä rungon pituusakselin ympäri on alaspainuvassa siivenpuolikkaassa n.s. vaikuttava tulokulma (a_1 , kuva 3) suurempi ja ylöskohoavassa puo-



Kuva 3.

likkaassa pienempi (a_2) kuin alkuperäinen ja siiven keskiosassa muuttumattomana pysyvä tulokulma (a) Kuvassa 3: on I ilmavirran suunta ennen kallistumista, S siiven kallistumisliikkeen vastainen, suhteellisen ilmavirran suunta; R on I :n ja S :n resultantti, siis vaikuttava ilmavirran suunta siiven kallistuessa. Normaalilentoalueella alaspäinmenevän siiven tulokulman suureneminen aikaansaa myös noston suurenemisen sillä puolen. Ylöspäin menevässä siivessä taas tulokulman pienentyessä nostokin pienenee. Siten liike vaimenee siinä määrin, että ohjaaja ehtii tarttua asiaan, oikaista siivekkeillä koneen.

Ylivedetyssä tilassa käy päinvastoin. Koneen kallistuessa ei nyt alaspainuvassa siivessä esiintyvä tulokulman kasvu lisää, vaan vähentää nostoa, kun taas ylöspäin menevän siiven puolikkaan nosto suurenee vaikuttavan tulokulman pienemisen takia. Jos käytetään siivekkeitä vaistomaisesti tavalliseen tapaan niin, että alaspäin menevässä siivenkärjessä siiveke painuu alas, jouduttaa tämä vain noston vähenem-

mistä tässä osassa siipeä. Kun toisessa siivenkärjessä vaikuttaa suurempi voima ylöspäin kuin toiseen, syntyy suuri, rungon pituusakselin ympäri vääntävä momentti pitkällä "vipuvarrella". Siis kerran alkanut kallistuminen jatkuu, vieläpä kiihtyvällä nopeudella siivekkeiden käytön vain pahentaessa asiaa. Tätä itsestään jatkuvaa liikettä nimitetään autorotatioksi. Kun alaspainuneen siiven suuri ja yhä suureneva, vaikuttava tulokulma aiheuttaa suuren vastuksen, siis jarruttaa tätä siivenpuolikasta ja ylöskohonnut siivenpuolikas pienine tulokulmineen liikkuu nopeasti,

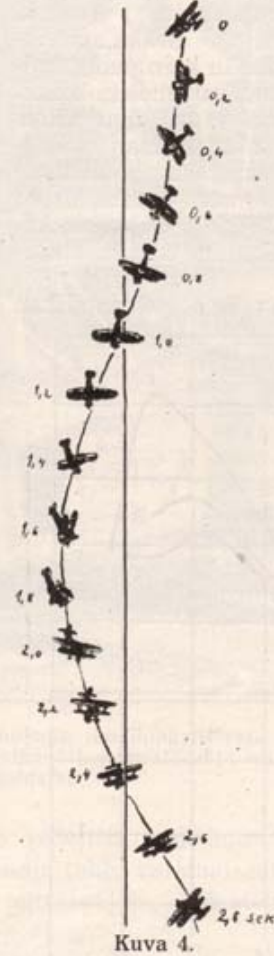
seuraa tästä, että kone saa myös toisen pyörintäliikkeen pituusakselia vastaan vinon akselin ympäri. Nokka joutuu tällöin osoittamaan vinosti alaspäin ja kone on syöksykierukassa (kuva 4). Syöksykierukka on määritelly Amerikan Kansallisen Ilmailukomitean (N.A.C.A.) sanastossa jotenkin seuraavasti: "Liike, jossa kone samanaikaisesti sekä kiertyy että kääntyy pituusakselin ollessa kallistunut jyrkästi alaspäin. Kone liikkuu pitkän ruuviviivaa, jonka nousu on suuri ja säde pieni lentokoneen yläpuolen ollessa ruuviviivan sisäpuolella ja sisäpuolisen siiven tulokulman ollessa äärimmäisen suuren." Tämä liike muistuttaa "korkkiruuvia", jota voisi sanoa "pystysuoraksi tynnyriksi alaspäin", ja joka ei ole autorotatiivinen, vaan normaalilla tulokulmilla suoritettu liike.

Syöksykierukan analysoimiseksi kokeellisesti voidaan suorittaa useita mittauksia.

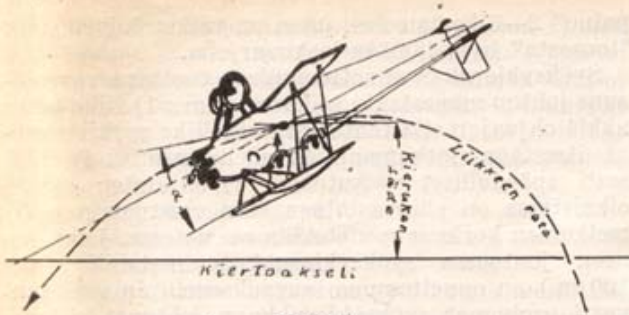
Mitataan ilman nopeus ja tulokulma eri pisteissä siiven kantovälillä. Näistä voidaan laskea eri akselien ympäri tapahtuvien kääntymis-

sien kulmanopeudet, jotka myös saadaan gyroskoopipisesta käännösmittarista. Liikkeen kiihtyvyyden mittausta varten on olemassa kojeita. Saksassa on tehty mittauksia myös elokuvamenetelmää käyttäen. Koetulokset ovat tietenkin hyvin erilaisia riippuen kulloinkin k.o. lentokoneen rakenteesta. Aivan suurin piirtein on seuraavassa mainittu muutamia lukuaroja.

Rungon akseli muodostaa horisontin kanssa 55° — 75° kulman. Siiven etureuna pysyy miltei horisontin suuntaisena poiketen siitä ehkä 5° — 10° . Tulokulma (a , kuva 5) ja ilmavirran nopeus siiven kantovälillä



Kuva 4.

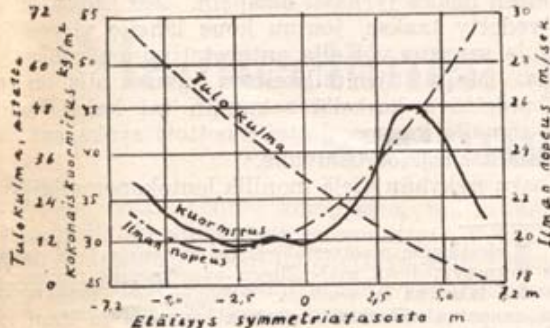


Kuva 5.

vaihtelevat esim. kuvan 6 mukaan. Putoamisnopeus 20—50 m/sek. Kierukan (ruuviviivan) säde vaihtelee 4—15 m, tavallisesti noin puolet siiven kantavälistä. Koko liikkeen kulmanopeus 1,1—2,5 säteenmittaa/sek. Yhteen kierrokseen kulunut aika siis vaihtelee 2,5—6 sek ja kierroksella pudottu matka (ruuviviivan nousu) 70—90 m, s.o. noin 10 kertaa kierukan säde. Kuormitus vaihtelee esim. kuv. 7 mukaan välillä 1,8—2,6 kertaa normaalikuormitus.

Syöksykierukassa lentokone suorittaa kierto liikettä pystysuoran akselin ympäri. Kiertoliikkeessä esiintyy n.s. massavoimia, joiden suuruus riippuu k.o. kappaleen hitausmomenteista. Tavallisesti syöksykierukassa esiintyy massavoima, joka aiheuttaa epäedullisen tulokulmaa suurentavan pyrstöpainoisen momentin. Tämä n.s. presessiomomentti on suoraan verrannollinen lentokoneen korkeus- ja pituusakselien suhteen otettujen hitausmomenttien eroitukseen sekä vastaaviin kulmanopeuksiin. Kulmanopeudet ovat jokseenkin samat, siis hitausmomentit ovat määrittäviä. Mitä suurempi on hitausmomentti korkeusakselin suhteen, verrattuna pituusakselin suhteen otettuun hitausmomenttiin, sitä suurempi on pyrstöpainoinen presessiomomentti. 1-moottorisissa lentokoneissa on näin laita, korkeusakselin suhteen on hitausmomentti huomattavasti suurempi, johtuen tämä siitä, että massa on etupäässä koneen pituusakselin lähistöllä, rungossa.

Asiaa voidaan auttaa suurentamalla hitausmomenttia pituusakselin suhteen, esim. sijoittamalla bentsiinisäiliö yläsiipeen. 2- ja 3-moottorisissa lentokoneissa on massaa siirretty sivuille, pois rungon akselilta, jolloin hitausmomentti pituusakselin suh-



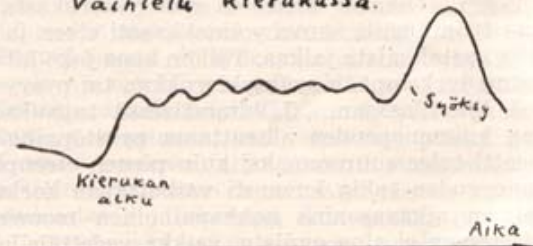
Kuva 6.

teen on saatu suhteellisesti suurenemaan. Täten pienenee pyrstöpainoinen momentti ja syöksykierukan vaara vähenee. Käytännössä näyttää näin olevankin, harvoin tosin on yritettykään saada raskasta, pienellä kuormitustekijällä rakennettua monimoottorista konetta syöksykierukkaan.

Lentokoneen painopisteen asemalla on koneen ominaisuuksiin syöksykierukassa huomattava vaikutus. Jos painopiste on hyvin takana, esim. enemmän kuin 35 % siipisyvyydestä siiven etureunasta lukien, täytyy tasapainon saavuttamiseksi vaakalennossa tehdä korkeusvakaaja vahvasti kantavaksi; siis sen asetuskulma (rungon akselin ja vakaajan profiilijänteen välinen kulma) suureksi. Kun lentokone lähestyy ylivetoaluetta, saavuttaa korkeusvakaaja jo ylivetokulman ja sen nostovoima häviää. Kone tulee pyrstöpainoiseksi ylivetäen itsensä automaattisesti.

Samalla irtautuu virtaus vakaajasta, mistä seuraa, että korkeusperäsin menettää vaikutuksensa. Suurilla tulokulmilla huononee myös sivuperäsimen vaikutus. Jos sivuperäsin on kokonaan korkeusvakaajan ja -peräsimen tai paksun rungon takapäin

Kuormituksen vaihtelu kierukassa.



Kuva 7.

yläpuolella, joutuu se näitten verhoamaksi. Mutta jos se ulottuu jaetun korkeusperäsimen läpi myös tämän alapuolelle ja on riittävän suuri, voidaan sen avulla saada lentokoneen pyörintäliike lakkaamaan, vieläpä muuttumaan vastakkaissuuntaiseksi syöksykierukaksi huolimatta täysin vedetystä korkeusperäsimestä. Saksassa vaaditaan taitolentokelpoisilta koneilta tämä ominaisuus. Tavallisen lentokoneen pyörintäliikettä ei saada tällä tavoin lakkaamaan, vaan on lentokone ensin saatettava normaalilentoalueelle, pienille tulokulmille. Siis sauva työnnetään eteen, tai muutamissa koneissa keskiasentoon. Täten aikaansaatua nokkapainoinen momentti pienentää tulokulman alle "kriittillistä", jolloin autorotatioliike lakkaa, koska eri siipipuolikkaiden kuormituksessa ei enää ole suurta eroa. Antamalla vastakkaista jalkaa joudutetaan oikaisua. Pyörinnän lakattua on kone jotenkin jyrkässä liukulennossa (syöksyssä), jota ei ole liiaksi painamalla jyrkennettävä. Tästä oikaisutaan kone hitaasti ja tasaisesti vetämällä. Tällöin on liiallisen, useiden kohtalokkaan korkeuden menetyksen välttämiseksi tarpeen hyvä korkeusperäsinvaikutus.

Määrätynlaista rakennetta olevilla lentokoneilla on taipumus joutua edelläkuvatusta tavallisesta syöksykierukasta toisenlaatuisen, n.s. laakeaan syöksykierukkaan (flat spin), josta konetta on vaikea saada oikaistuksi. K.o.-mallinen kone ei yleensä mene helposti syöksykierukkaan (johtuen ehkä huonosta korkeusperäsinvaikutuksesta), mutta kun se on siihen saatu, kohoaa nokka 3—4 kierroksen jälkeen äkkiä, niin että runko osoittaa vain 20—30 astetta horisontin alapuolelle. Kierukan säde on hyvin pieni, 1—2 m ja kulmanopeus suuri, 3—4 säteenmittaa/sek. Putoamisnopeus on pieni: 8—10 m/sek. Keskimääräinen tulokulma on hyvin suuri 50—70 astetta.

Laakea syöksykierukka tapahtuu varsinkin muutamilla rakenne-edellytyksillä. Näistä ovat tärkeimmät: lyhytsiipinen kaksitaso ilman porrastusta ja pienin siipivälein, jolloin alempi siipi suurilla tulokulmilla verhoaa ylempään. Massojen jakautuminen pääasiassa pitkin runkoa, jolloin edellä mainittu suuri pyrstöpainoinen presessionmomentti (joka voi esim. vastata painopisteen siirtymistä metrin verran taaksepäin) pyrkii voimakkaasti nostamaan nokkaa, siis suurentamaan tulokulmaa. Samaan tapaan vaikuttaa lentokoneen painopisteen liiallinen taka-asema (yli 35 %). Oikaisu laakeasta syöksykierukasta tapahtuu työntämällä sauva voimakkaasti eteen ja antamalla vastakkaista jalkaa. Tällöin kone joko hitaasti joutuu jyrkempään syöksykierukkaan tai pysyy entisessä liiketilassaan. Jälkimmäisessä tapauksessa suuren kulmanopeuden aiheuttama pyrstöpainoinen momentti tulee suuremmaksi kuin pienen eteenpäin-kulmanopeuden takia huonosti vaikuttavan korkeusperäsimen aikaansaama nokkainmomentti. Oikaiseminen ei aina onnistu, vaikka vedettäisiin moottoriin "täysi rähinä" tarkoituksella saada peräsimet nopeaan potkurivirtaan, sillä suuren kulmanopeuden takia potkurivirta ei kohtaa peräsimiä juuri onnekaan. Seuraus on, että lopulta saavutetaan maahan. Yhteentörmäys ei kuitenkaan ole aina tuhoisa pienen putoamisnopeuden takia, onpa sattunut, että vain laskuteline on hieman vahingoittunut.

Syöksykierukan, etenkin laakean, pyörinnän nopeus ja monimutkaisuus voi jonkun verran hämmentää ohjaajaa, joka ei ole tottunut aerobatialentoon. Ympärikkatsomisesta seuraa pyöritystä. Niinollen on syöksykierukassa ollessa parasta suunnata katse esim. mittaritaulun keskelle. Pyörintäliike vaikuttaa myös puhtaasti fyysillisesti ohjaajaan. Sisäkorvan tasapainoelimen neste joutuu liikkeeseen, mikä liike vaatii aikaa vaimentuakseen. Määrätyissä olosuhteissa siis ohjaajan aistit kertovat hänelle, että hän on syöksykierukassa, vaikka hän tosiasiallisesti on jo tullut siitä pois. Tällöin tulee kone helposti ohjatuksi syöksykierukkaan vastakkaiselle puolelle. Syöksykierukan suuri keskipakovoima (C , kuva 5) vaikuttaa muutaman kierroksen jälkeen veren ajautumisen pois aivoista, mistä johtuu pyöritystä ja pahoinvoinnin tunnetta. Tämän keskipakovoiman vaikutuksesta myös niin sanoaksemme "suurenee lentäjän

paino" 2—3-kertaiseksi, joten on vaikea kiiveta ulos "toosasta" hyppäämään laskuvarjolla.

Syöksykierukan onnettomuuksia tuottava vaarallisuus johtuu monestakin seikasta, m.m.: 1) liike alkaa äkkiä ohjaajan sitä tahtomatta, 2) liike pyrkii yleensä itsestään jatkumaan, 3) edellämainitut fyysisesti epäedulliset vaikutukset, 4) ohjainten käyttö oikaistessa on päinvastainen kuin vaistomainen, 5) melkoinen korkeus menetetään oikaistessa, joten koneen joutuessa syöksykierukkaan matalalla (alle 100 m.) on onnettomuus seurauksena. Ja valitettavasti useimmat syöksykierukkaan johtavat ohjausvirheet tehdään juuri pienellä korkeudella.

Tavallisimpia virheitä nousussa on n.s. takaisin-kaarto. Jos moottori startin jälkeen sattuu käymään huonosti, yrittää kokematon ohjaaja kaartaa takaisin kentälle muistamatta painaa nokkaa riittävästi, joten seuraus on yliveto ja syöksykierukka. Välittömästi startin jälkeen ei koneella vielä ole tarpeellista korkeuttakaan mainitun suunnanmuutoksen suorittamiseen. Kokenut ohjaaja ei yritä kaartaa, vaan säilyttää lentonopeuden painamalla ja suorittaa laskun parhaansa mukaan suoraan eteenpäin huonoonkin maastoon. Usein mainitaan lento-onnettomuuden syyksi moottorihäiriö. Itseasiassa on tämä toisarvoinen tekijä, *) joka ei oikealla ohjauksella johda onnettomuuteen, paitsi poikkeustapauksissa. Moottorin käydessä normaalisestikin voi lentokone, etenkin suhteellisen heikkomoottorinen, heti startin jälkeen tapahtuneesta jyrkästä nousukaarresta joutua syöksykierukkaan. Tämä oli varsin yleinen onnettomuus Amerikassa maailmansodan jälkeisinä vuosina.

Suurassa nousussa ja laskussa edeltävät ylivedettyä tilaa melkoisen selvät varoitukset. Nousussa ja laskussa tulee tosin kiinnittää huomiota muihinkin seikkoihin, kuten siihen, onko tie selvä, mittareihin y.m., niin että koneen nopeuden tarkkaaminen voi kokemattomalta unohtua. Ylivedettyä tilaa lähestyttäessä alkaa kone horjahdella, ohjaimet ovat kevyet ja jännityslingoilla ei ole enää kirkasta sointua, nopeusmittarikin osoittaa vauhdin vähenemisen. Jos sivuluisuutta ulospäin huomataan vauhdin liiaksi vähenevän, on sauva heti työnnettävä eteenpäin ja annettava vastakkaista jalkaa.

Muutamien lentoliikkeitten, esim. silmukan, syöksykierukan ja putoavan lehden jälkeen osoittaa lentokoneen nokka jyrkästi alaspäin. Jos sauva on äkkiä vedetty taakse, joutuu kone lähelle ylivedettyä tilaa ja seuraus voi olla autorotatiivinen syöksykierukka. Mainittujen liikkeitten lopussa siis on sauva pidettävä keskellä sekunnin tai kaksi vähentäen samalla kaasua, jottei moottori syöksyssä pääsisi liialliselle kierrosluvulle.

Koska nykyään vielä monilla lentokonemalleilla on

*) Mielestämme moottorihäiriö on kuitenkin joka tapauksessa perussy, josta mahdollinen onnettomuus normaalin lentotilan lakattua on seuraus. Pidämme sen vuoksi kirjoittajan sanontaa vähemmän oikeana osuneena ja liian jyrkinä. — Toim.

taipumus vauhtikadon sattuessa heti joutua syöksykierukkaan, seuraa tästä, että jo kaksoisohjauksen aikana on perusteellisesti opetettava, kuinka siitä oikaistaan ja kuinka se on vältettävissä. Jälkimmäisen suhteen on huomattava tarkoin U.S.A:n laivastolentäjien "kolme ilmaiun pääperiaatetta", nimittäin:

1. "Säilytä lentonopeus!"
2. "Säilytä lentonopeus!!!"
3. "Säilytä lentonopeus!!!"

Syöksykierukan vaaraa on voitu myös vähentää, joskaan ei kokonaan poistaa, lentokoneen rakenteellisilla parannuksilla.

Lentokoneen joutumista ylivedetystä tilasta kierukkaan voidaan vaikeuttaa käyttämällä rakennetta, jossa siiven kärjet säilyttävät nostovoimansa vielä silloin, kun koko siiven maksiminosto on ylitetty. Tämä saavutetaan esim. rakentamalla siipi niin, että asetuskulma pienenee kärkiin päin. Myöskin Handley-Page rako-siivekkeet siiven kärkien etureunassa avautuessaan automaattisesti suurilla tulokulmilla, saavat aikaan sen, ettei virtaus irtaannu, vaan nostovoima säilyy siiven kärkipuolissa. Tätä laitetta, joka on etenkin pienehkön voimareservin omaavissa kevyissä koneissa hyödyllinen (Gipsy-Moth), pidetään Englannissa siinä määrin lentoa varmentavana, että vakuutusyhtiöt myöntävät sille varustetuille koneille huomattavan alennuksen vakuutusmaksuissa. Rako-siivekkeillä on varustettu myös Guggenheimin varmuuspalkinnon voittanut Curtis-Tanager-kone, jossa on myös siiven kärjistä ulospäin ulottuvat n.s. uivat siivekkeet, joiden tulokulma pysyy pienenä ja niiden teho siten säilyy.

N.s. differentiaalsiivekkeissä (m.m. tavallisessa Mothissa) on sopivan vipujärjestelmän avulla saatu aikaan se, että alaspäin painuva siiveke kääntyy vain noin puolet siitä kulmasta, minkä ylöspäin nouseva. Täten tulee kone keveäksi ohjata ja suurilla tulokulmilla pysyy virtaus alaspäinmenevässä siivessä kauemmin "terveenä", ohjattavuuden siten säilyessä. Vahvasti ylöskohonnut siiveke jarruttaa omaa siippuolikastaan, joten lentokoneen suunta ei kallistettaessa muutu niin paljon kuin tavallisilla siivekkeillä varustetussa koneessa. Siivekkeitten vaikutusta voidaan lisätä n. 10 % jättämällä sopiva

rako siivekkeen ja siiven takareunan väliin. Useita muitakin järjestelyjä on olemassa ylivedon estämiseen, esim. Bramson-Savage'n "Anti-stallinggear", jossa pieni apusiipi paineilmareleen välityksellä työntää sauvan eteen ylivedon lähestyessä. Viime vuonna on Saksassa kokeiltu siipimallilla, jossa molempien siivenkärkien etureunassa olevat raot on yhdistetty toisiinsa siiven sisässä kulkevalla putkella, ja onkin tämän järjestelyn huomattu jonkin verran heikentävän autorotatiota.

Seuraavassa on vielä lueteltu muutamia ominaisuuksia lentokoneen yleisessä rakenteessa, joilla on syöksykierukan vaaraa vähentävä ominaisuus.

Suuri siiven sivusuhte (kantoväli²/siippipinta-ala), suuri sivuvakaaja, kaksitasoissa porrastus ja suuri siipien väli, painopiste kyllin edessä, hitausmomentit korkeus- ja pituusakselien suhteen mahdollisimman samansuuruiset. Oikaisun jouduttamiseksi on riittävä sekä suunta- että korkeusperäsinvaikutus tarpeen.

Edellämainituilla teknillisillä parannuksilla on syöksykierukan vaaraa jo suuresti vähennetty. Muutamat nykyiset konetyypit säilyttävät ylivedettäessä ohjattavuutensa ja edelleen vedettäessä putoavat suoraan nokalleen ja on niitä yleensä vaikea, jollei mahdotonkin saada syöksykierukkaan.

Ilmataistelussa ei syöksykierukalla nykyään katsoa olevan merkitystä. (?) Maailmansodassa sitä käytettiin osaksi eksytysliikkeenä, jotta saataisiin vastustaja uskomaan, että kone oli poissa pelistä sekä osaksi paetessa tarjotakseen huonon maalin.

Jälkimmäinen harvoin menestyi pienen putoamisnopeuden takia. Liikkeestä ei myöskään pääse tekemään vastahyökkäystä ja oikaisemisen jälkeen ollaan turvattomassa tilassa, jos vastustaja on seurannut jäljessä alas.

Lentokoneen millään muullakaan käyttöalalla tuskin tarvitaan syöksykierukkaa. Näin ollen on useimpien nykyisten lentokoneitten suurena puutteena ja lentoturvallisuutta vähentävänä seikkana pidettävä sitä, että sivutasapaino suurilla tulokulmilla häviää ja kone joutuu vaaralliseen syöksykierukkaan. Odottaessamme aikaa, jolloin kaikki lentokoneet on saatu "syöksykierukkavarmoiiksi" on vielä pidettävä muistissa eräs asia: Säilytä lentonopeus!!!

Magneettinen ja gyroskooppiin suunnanosoittaja.

Jokainen poika tuntee kompassin, mutta harva tietnee, millaisia vaikeuksia on voitettava hyvää kojetta suunniteltaessa. On muistettava, että kompassilla on muihin lentokonemittareihin verrattuna erikoinen asemansa. Erilaiset manometrit, nopeusmitarit j.n.e. perustuvat yksinkertaisiin mekaanisiin

periaatteisiin ollen niiden toiminta useimmissa tapauksissa mittarin asennosta riippumaton. Sitävastoin perustuu kompassi, omalaatuisia magneettisia lakeja lukuunottamatta, lisäksi magneettisten ja sellaisten mekaanisten voimien, kuten painovoiman ja heilahdusvoiman tasapainoon.