Sadržaj

O ČEMU GOVORI OVA KNJIGA

I DEO: TEORIJSKA OBUKA U LETENJU

PROLOG: PRIZEMLJENJE 21

Ispravan i gotovo nov mlazni avion po idealnom letnjem danu završava van piste, u vatri, dimu i među kamenjem malog ostrvskog aerodroma nasred Jadrana. Da li je udes slučajno izazvan nepažnjom pilota – ili su njegovi uzroci (pa tako i posledice) suštinski mnogo značajniji, ako već ne za ostatak vazduhoplovnog sveta, a ono bar za čitaoca ove knjige?

1. ULTRAKRATKA ISTORIJA AVIJACIJE: SVE ŠTO LETI I NE MORA DA LETI 35

Čovek u svojoj mašti leti mnogo duže nego što je mera vremena od prvog zapisa do današnjeg dana. Ali, misliti o letenju i leteti nije isto. Kako je avijacija tokom samo jednog stoleća poskočila više nego sve ostale tehničke discipline zajedno kroz sve protekle vekove?

2. SIMULATORI LETENJA: MOŽE LI SE POSTATI PILOT U DNEVNOJ SOBI? 57

Od prvog značajnijeg popularnog kućnog računara ZX81, pa sve do snažno zahuktalih godina trećeg milenijuma simulatori letenja za razne platforme neumorno se usavršavaju, praćeni u stopu hardverom koji ih održava u životu. Simulatori letenja odavno su prerasli u alatke koje koordinate nepreglednih prostranstava i uverljivu scenografiju avionskog kokpita uspešno prenose u naše domove.

3. PRINCIPI LETENJA: BEZ PERJA U SVE TRI DIMENZIJE 65

Avijacija je često koračala tankom crvenom linijom koja svakodnevnu rutinu deli od moguće katastrofe. Avion se održava u vazduhu samo zahvaljujući nekolikim krhkim i davno otkrivenim zakonima fizike. Sve ostalo je samo šminka.

Birokratija • Aerodinamika • O fizičkim osobinama vazduha • Međunarodna standardna atmosfera • O strujanju vazduha • O aeroprofilima i krilima • Aerodinamičke sile • Krilo • Geometrijske karakteristike krila • Aerodinamičke sile krila • Granični sloj • Centar potiska krila • Finesa krila • Polara krila • Mehanizacija krila • Centraža aviona • Elisa i njena uloga • Uticaj elise na upravljanje avionom

4. PERFORMANSE LETA: MANJE MILOM, VIŠE SILOM 99

Koliko god priča o silama koje deluju na avion, njihovom razlaganju i rezultantama izgledala suvoparna, obratite pažnju na ovo poglavlje: ono je temelj za razumevanje niza manevara u vazduhu, kao i za sprečavanje nevolja koje mogu da vas snađu onda kada im se najmanje nadate.

Sile koje deluju na avion dok leti • Horizontalan let i krivulje Peno • Penjanje • Poniranje • Daljina planiranja • Poletanje • Sletanje • Zaokreti • Klizanje aviona • Kovit • Neželjene vibracije aviona • Masa i centraža • Zahtevana dužina poletanja • Kontaminirana pista • Poletanje s redukovanim potiskom

5. KONSTRUKCIJE VAZDUHOPLOVA: ČAS ANATOMIJE 115

Koji su delovi aviona? Zašto avion izgleda baš tako kako izgleda umesto da liči na bundevu ili veš-mašinu? Šta su krilca i zakrilca, a šta vazdušne kočnice? Kako se upravlja avionom? Čemu služi stajni trap i mora li da ima točkove? Da li je trup stvarno neophodan deo aviona?

Jedrilice • Avioni • Osnovni delovi aviona • Upravljanje letom aviona • Aerodinamička kompenzacija • Kabina aviona • Stajni trap • Razna oprema

6. AVIONSKI MOTORI:
POGONSKA GRUPA IZ AVIONSKOG TRUPA 131

Tek kada su pioniri avijacije spoznali da je ključ uspeha u snazi motora, shvatili su i da mogu da grade avione različitih veličina i masa, ali pod jednim uslovom: snaga motora mora da bude srazmerna težini aviona.

Elisa • Avionski klipni motori • Podela klipnih motora • Sistem za gorivo • Glavni delovi motora • Ulje u motoru • Oktanski broj goriva • Princip rada četvorotaktnog benzinskog motora (Otov ciklus) • Idealni i stvarni indikatorski dijagram • Avionski mlazni motori • Način rada turbomlaznog motora • Ventilatorski motori • Turboelisni motori

7. ELEKTRIČNI SISTEM AVIONA: STRUJOMERI BEZ INKASANTA 149

Električni sistem je neodvojivi deo aviona i njegovog krvotoka. Kada taj krvotok prestane da funkcioniše, shvatimo koliko je važan.

DC sistem • Generatori • Baterije • AC sistem • Alternatori • Inverteri

8. AVIONSKI INSTRUMENTI: DOBA ZAMIRUĆIH SATOVA 155

Instrumenti u avionu imaju savetodavnu ulogu: pilot ono što oni pokažu može i ne mora da uzme u obzir, pa je iz toga nastao složen sistem upravljanja avionom, koji se odvija u osetljivom lancu instrumenti – pilot – komandni sistem.

Instrumenti u avionu • Visinomer • Variometar • Brzinomer • Žiroskopski instrumenti aviona • Pokazivač skretanja i klizanja • Veštački horizont • Žiro-direkcional • Magnetski kompas • Motorski instrumenti • Mehanički i električni daljinski prenosi

9. VAZDUHOPLOVNA METEOROLOGIJA: PEJZAŽI U MAGLI . . . 171

Pilot mora da poznaje suštinu atmosferskih procesa koji, ponekad, otežavaju ili onemogućavaju poletanje i sletanje aviona, neplanirano produžavaju let radi zaobilaženja područja s opasnim meteorološkim pojavama, a katkad mogu da budu i uzrok udesa aviona. Cela meteorologija može da se upakuje u jednu jedinu reč: VAZDUH.

Podela i sastav atmosfere • Osobine vazduha • Vazdušni pritisak • Vetar • Vidljivost • Magle • Oblaci • Grmljavinska aktivnost • Zaleđivanje • Turbulencija • Atmosferski frontovi • Meteorološka priprema leta • Avionski meteorološki radar

10. VAZDUHOPLOVNA NAVIGACIJA: CESTE BEZ PUTOKAZA . 233

Vazduhoplovna navigacija nasledila je vekovno iskustvo pomorske navigacije, a danas čak i najjeftiniji aviončić ima navigacioni instrumentarijum zbog kojeg bi vazdušni vukovi iz prve polovine XX veka pozeleneli od zavisti.

Vizuelna i računska navigacija • Pravci i uglovi u navigaciji • Merne jedinice u navigaciji • Navigacioni računari • Vazduhoplovne karte i njihove projekcije • Čitanje vazduhoplovne karte • Brzina aviona • Visina leta i podešavanje visinomera • Vetar u navigaciji • Navigaciona priprema leta • Kako se ucrtava ruta? • Orijentacija i gubitak orijentacije • Osnovno o radio-navigaciji • Radio-navigacioni uređaji u avionu • Radar • Transponder

11. KONTROLA LETENJA: NEKO ME POSMATRA 267
Kontrolori u vazdušnom saobraćaju pomažu pilotu zamenjujući njegove oči.
Priprema i praćenje leta • Podešavanje visinomera u letu • Radar u kontroli letenja • Kako je progledala kontrola letenja? • Organizacija službe za kontrolu letenja • Bezbednost vazdušne plovidbe • Traženje odobrenja za izvršenje letova • Letelišta, aerodromi i vazduhoplovna pristaništa • Javljanje u letu i sprečavanje sudara • Postupak u slučaju opasnosti • Zabranjene, uslovno zabranjene i opasne zone • Organizacija i obezbeđenje letenja u sportskoj avijaciji

12. VAZDUHOPLOVNI PROPISI: S OVE STRANE ZAKONA . . . 285
Koliko god bili slavljeni, Vilbur i Orvil Rajt ne bi zadovoljili ni najosnovnije propise o bezbednoj vazdušnoj plovidbi! Istorija avijacije starija je od istorije vazduhoplovnog zakonodavstva...
Međunarodna organizacija civilnog vazduhoplovstva ICAO • Pravilnik o letenju vazduhoplova • Vazduhoplovno pravo: nebo jeste nečije • Međunarodne konvencije • Bezbednost i red na našem nebu

13. RADIO-TELEFONIJA I KOMUNIKACIJE:
READY FOR PUSH, BLACK! 293
Engleski jezik je jezik vazduhoplovaca. To nije samo školski engleski, to je specijalni engleski jezik i zove se radio-telefonska frazeologija.

14. LJUDSKE MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA:
IMA LI PILOTA U AVIONU? 299
Poznavanje psihologije u avijaciji od ogromnog je značaja. Ono pomaže letaču da pravilnije organizuje vlastitu pripremu za bavljenje letenjem, da izabere najefikasnije metode usvajanja gradiva i da izgrađuje potrebne navike.
Psihologija letača • Osećaji • Opažaji • Pamćenje • Mišljenje • Osećanja (emocije) • Volja • Temperament • Karakter, sposobnosti i interesovanja • Pažnja • Emocionalna napetost (stres) • Iluzije u letenju

II DEO: PRAKTIČNA OBUKA U LETENJU

1. ZEMALJSKA PRIPREMA:
TAMO GDE LETOVI POČINJU I ZAVRŠAVAJU SE 319

Letenje počinje na zemlji. Teorija je majka prakse. No, teško da ćete naučiti da letite samo čitajući knjige ili popularne stručne članke. Tek iskusan instruktor koji ume da prenosi znanje u pilotskoj kabini u stanju je da od vas načini pilota.

2. AVION U PILOTAŽNOJ ZONI:
LEVI NAGIB, DESNI NAGIB 333

Informativni let pomaže učeniku da stekne osnovnu predstavu o položaju aviona u prostoru i da upozna rejon aerodroma, lokalne pilotažne zone, karakteristične orijentire u okolini aerodroma i terene za prinudna sletanja.

3. AVION U ŠKOLSKOM KRUGU:
ČETIRI ZAOKRETA NA PET STRANA SVETA 347

Svi elementi jednog leta uklopljeni su u vežbu zvanu let po školskom krugu. Osim toga, školski krug određuje pravila ponašanja za sve avione koji doleću na neki aerodrom ili odleću s njega.

4. AVION U GRUPI: SVI ZA MNOM! 363

Letenje u grupi, naročito u bliskoj formaciji, značajno poboljšava i usavršava tehniku letenja, koordinaciju i preciznost komandovanja avionom, a ne treba zanemariti ni uživanje koje ono pruža i pilotima i posmatračima na zemlji.

5. AVION NA MARŠRUTAMA: ODLUTATI, A NE ZALUTATI . . . 369

Za razliku od nekih drugih vidova letenja, ne postoji maršrutni let koji je identičan onom prethodnom. Zato je u navigacionom letenju veoma važno da pilot neprestano, od poletanja do sletanja, u mislima bude ispred aviona.

6. AKROBATSKO LETENJE:
NEBO ISPOD NOGU, ZEMLJA IZNAD GLAVE 377

Kroz figurno letenje učenik najpotpunije upoznaje manevarska svojstva aviona, postaje sigurniji u tehnici pilotiranja, stiče pouzdaniji osećaj orijentacije u prostoru, odlučnost i sigurnost u upravljanju.

7. OSNOVNO INSTRUMENTALNO LETENJE: KAD ČULO VIDA ZAMENI SVA OSTALA 385
U vizuelnom letenju položaj aviona određujemo i održavamo prema prirodnom horizontu. Kada kao referencu koristimo pilotažne instrumente, onda je to *osnovno instrumentalno letenje*.

8. NOĆNO LETENJE: NA PRAGU ZONE SUMRAKA 389
Prema mišljenju mnogih, noćni let je prijatniji i pruža više zadovoljstva od letenja danju. Okolni saobraćaj se lakše uočava, vazduh je obično mirniji i hladniji, što čini let udobnijim i poboljšava performanse aviona, manja je gužva oko aerodroma, pa su i kontrolori letenja predusretljiviji.

9. IFR LETENJE: IZMEĐU NEBA I ZEMLJE 405
IFR plan letenja vas lišava obaveze da, tražeći prečice na VFR nebu, letite na nepogodnim visinama, krivudate između razbacanih oblačnih krpica i zaobilazite oblasti loše vidljivosti. IFR ptica je brža. I sigurnija.

10. OPREMA ZA INSTRUMENTALNO LETENJE: ALADINOVE ELEKTRONSKE LAMPE 409
Radio-talasi pilotu obeležavaju put, nevidljiv u prostoru, a vidljiv na instrumentima, pa uz njihovu pomoć pilot u svakom trenutku može da sazna gde se nalazi.

11. STARI, DOBRI RADIO-KOMPAS: MUZIKA ZA AM LUTALICE 423
Radio-kompas prima signale neusmerenih radio-farova NDB (*Non Directional Beacon*) i odgovarajućih radiodifuznih stanica koje emituju program na srednjim talasima. Radio-stanica će biti „radio-pol" za prijemnik u avionu.

12. VHF LEPEZA OD 360 ŽICA: SAVRŠENI STVOR POZNAT KAO VOR 437
Visokofrekventni svesmerni radio-far, poznat kao VOR, među tradicionalnim radio-uređajima ostaje najpopularniji i najpouzdaniji sistem za navigaciju.

13. KAKO SE POSTAJE IFR PILOT: STAIRWAYS TO HEAVEN . . . 447
Razvoj novih generacija lakih aviona, opremljenih po standardima koji važe za komercijalnu avijaciju, učinio je da letenje sportskih i privatnih pilota u IMC uslovima postane ne samo stvarnost već i potreba.

14. AVION U HOLDINGU: ČEKAONICA ZA STRPLJIVE 479
Avion leti u holdingu kada se iz bilo kog razloga, a najčešće zbog opterećenog saobraćaja, ne može odmah uputiti na sletanje.

15. INSTRUMENTALNI PRILAZI: POSLEDNJIH 20 KM 487
Svaki let je putovanje ka konačnom prilazu za sletanje, etapi puta u kojoj vreba najviše zamki. Prilaz je manevar sačinjen od niza sitnih intervencija.

16. DŽEPSENOV PILOTSKI PRIRUČNIK:
CEO SVET U TORBI 515
Bez preciznih, jezgrovitih, standardizovanih i aktuelnih letačkih priručnika vazdušni saobraćaj bio bi nezamisliv, a sitna i fino istkana paučina na kojoj počiva beznadežno bi se pocepala na nekolikim najvitalnijim mestima.

EPILOG: POLETANJE 525
Sa hiljadu metara visine vidite ljude, sa dve automobile, sa tri kuće i trgove, sa šest hiljada metara planine, a sa dvanaest hiljada metara dobar komad planete. Učini vam se tada da je svet jedna privlačno uređena kutija u kojoj je uživanje stanovati. Divno bi bilo da je i stvarnost takva...

PRIZEMLJENJE



…Ostaci olupine dogorevali su tamo gde piste više nije bilo, utonuli u dubok kamenjar malog ostrvskog aerodroma nasred Jadrana. Četrdeset lelujavih letnjih stepeni, začudo, nedrilo je hladnoću oko srca okupljenim posmatračima.

Ko zna koji put sam, kao navijač nekog snenog i usporenog teniskog meča, instinktivno vukao pogled sleva udesno, pa zdesna ulevo. Od praga 22 ka pragu 04 (koji se zbog ispupčenog betonskog stomaka piste nikako nije mogao videti), pa nazad, ka izuvijanim stubovima aerodromske ograde – a sve očekujući da ponovo ugledam avion kako izranja iz popodnevne jare i kako se, ovog puta uspešno kao i u bezbroj sletanja do tada, uz huku riversera zaustavlja na kraju 1.400 m duge staze.

Džabe.

Osećao sam buđenje opravdanog besa negde duboko u stomaku, ispod bele košulje umazane kapljicama motornog ulja, armiranog prašinom koja se podigla na mestu udesa. Izdaja. Metalni prijatelj, u čiju sam se vernost bezrezervno kleo, ovog puta

je posustao. Zbog čega je šest tona aluminijuma, kompozita i elektronike tako sramotno završilo u vatri i dimu, nekoliko metara iza piste, u rupi punoj oštrog kamenja i uspaničenih poskoka? Zašto je, smrtno ranjen, rasterao moju posadu i putnike, a time i poslednju nadu da će i nadalje sve biti u redu?

Odgovora nije bilo mada sam ga sâm znao najbolje. A baš to me je izluđivalo.

Vatrogasci su prestali da izbacuju smrdljivu penu iz topova. Poput pobeđene ženke koju izjeda čopor mesoždera, moja mlazna cesna tiho je umirala. Činilo se da jedva diše, u hropcu. Kada se i poslednji žiroskop zaustavio negde duboko u njenoj utrobi, znao sam da smo se zauvek rastali. Samo je letnji maestral nastavio zloslutno da okreće ventilatore na uvodnicima motora, čiji čunkovi su zveket finih lopatica pretvarali u eho letnjeg spokoja.

Naravno, od spokoja ništa.

– Kapetane, da li ste u redu? – oprezno je upitao šef aerodromske smene, iskočivši iz kombija koji je upravo dojurio na plato s kog je avion otklizao u provaliju. Ništa nije bilo u redu, karijera duga tri i po decenije rušila se kao red poslaganih domina, putnici su tumarali naokolo s mobilnim telefonima uz uho, moj kolega je opipavao levu ruku koja ga je bolela, drago i hrabro stvorenje, stjuardesu koja je prisebno evakuisala putnike kroz neoštećena glavna vrata aviona počeo je da sustiže zakasneli strah, plavo policijsko svetlo nadjačavalo je užareno sunce na jugozapadu, rep crnog dima izdajnički se dizao ispod praga piste koja je podsećala na zadnju palubu nosača aviona.

– Hvala vam, sve je u najboljem redu – osmehnuo sam se usiljeno. U stvari, i bilo je. Ono najvažnije. Nikome nije falila dlaka s glave (osim meni! – morao sam da procedim još jednu od svojih doskočica, priroda se nešto nije potrudila da mi i u ovim godinama sačuva nekadašnji ukras), putnici se nisu uspaničili, kabinu smo napustili pre nego što je buknula vatra, a post festum smo izneli čak i prtljag. Više nego dobar rezultat – sa stanovišta jednog optimiste. Sve ostalo mogao bih da nazovem ličnom katastrofom, ali zar je to bitno?

– Hoćete li da vas povezem do zgrade terminala? – prijateljski je predložio čovek. – Ovde će vas sunce spržiti, a i nije loše da malo dođete k sebi.

Bili su to neosporno dobri argumenti, no ja sam želeo da pešačim, i pešačim i, ako je ikako moguće, da nikada ne stignem do te bele zgrade u senci kontrolnog tornja. Kao da će, nekim čudom, duboko povređeni pilot u meni usput odlučiti da se izmigolji iz ljušture koju sustanarski delimo da bi ostao na zadimljenom poprištu, a meni dozvoliti da bezbrižan i neokaljane časti nastavim dosadašnji život kao da se ništa nije dogodilo.

Pusti snovi. Vreme teče samo u jednom smeru.

Zato sam prihvatio ponudu i s posadom i dvojicom putnika ušao u vozilo. Porodice smo, pre nego što mediji objave vest, obavestili da smo živi, zdravi i, koliko god je

to moguće, hm, veseli, ali matičnu kompaniju, čija me je neznana reakcija najviše mučila, nikako nisam uspevao da dobijem. Pip-pip-pip, zauzeće – ili loš roming, ko zna – produžavali su neizvesnost do nepodnošljivosti.

U aerodromskoj zgradi vladala je očekivano prijatna hladovina.

– Nemojte, molim vas, ništa da pijete, uradićemo rutinski alko-test – saosećajno je mahnuo ljubazni policajac. Uzvratili smo tako što smo, isto tako rutinski, dunuli u ponuđene dozimetre. Sada smo kao posada konačno mogli da odahnemo. Kroz debelo staklo aerodromske terase zurio sam u jedva vidljivu nit piste, na koju je upravo sletela malena cesna 172. Usporila je, napustila stazu i rulnicom se uputila ka aerodromskoj stajanci. Bože, kako sam tada zavideo njenom pilotu…

A onda se začuo telefon. Pogledao sam u svetlucavi ekran.

Bio je to poziv od kog sam strepeo mada mi strepnja nije srednje slovo.

• • •

Besana noć u sobi na drugom spratu primorskog hotela okruženog čempresima i ponekom palmom bližila se kraju. Na severoistoku je nebo krenulo jedva primetno da se ogleda u sivkastoj pučini, dok je povetarac ljuljuškao zavesu na vratima balkona. U sobi je i dalje vladao mrak, lepljiv nakon ponoćne kiše, teško oslonjen o obrise drvenog nameštaja i ovlaš poduprt stonom lampom, u čijoj se sijalici klatilo pregorelo vlakno.

Ležao sam s rukama ispod potiljka umesto uzglavlja. A negde između potiljka i čela, činilo se baš na mrežnjači kao video-platnu, tekla je ko zna koja po redu repriza jučerašnjeg filma.

• • •

… More se mreškalo na nepunih tri hiljade metara ispod aviona. Snižavanje sam započeo desetak minuta ranije. Na centralnom elektronskom displeju jasno se razaznavala silueta avionćića čiji je vrh nišanio ka cilju udaljenom dvadesetak milja prema severozapadu. Autopilot je i dalje bio uključen i savesno održavao brzinu od 250 čvorova, s poniranjem od 1.500 stopa u minutu. Gotovo na relantu, jedva da se čulo monotono zujanje dva turbofenska JT15D motora.

Kolega na desnom sedištu održavao je vezu s oblasnom kontrolom letenja. Izabrao je da i na ovom letu samo asistira. Još ga je proganjao umor od prethodne noći koju je u svojstvu kopilota proveo na iscrpljujućem višečasovnom zujanju po Mediteranu. Nije stigao ni da trkne do kuće da se osveži i presvuče vlažnjikavu uniformu. S teškom mukom je održavao urođeni mu entuzijazam na koliko-toliko podnošljivom nivou. Jedino je njegov noćašnji kapetan tražio zamenu od kompanije – a ta zamena, pogađate, bio sam ja.

1.
Ultrakratka istorija avijacije

SVE ŠTO LETI I NE MORA DA LETI

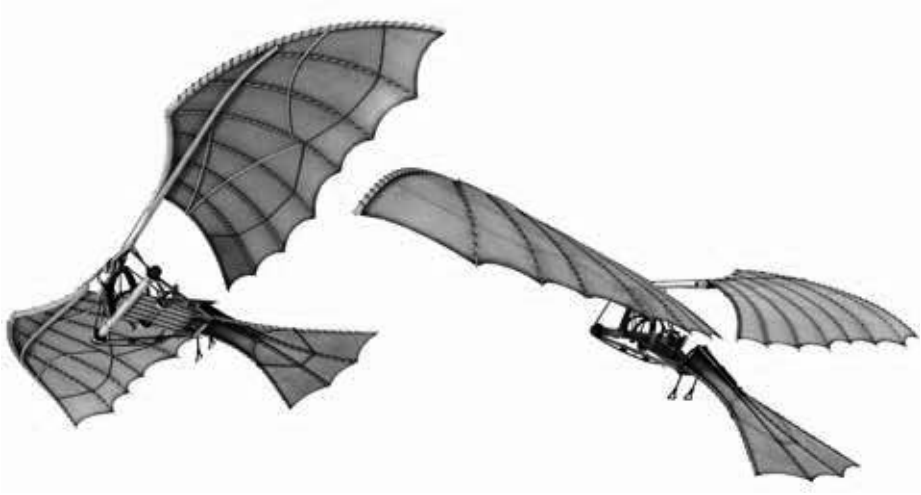


Letenje ponekad liči na san.

Svi smo mi letači u vlastitim snovima. Bezbroj puta sanjamo beskrajna padanja ni u šta – ili u nešto, što nam se asimptotski približava, ali ga nikada ne osetimo pod nogama. Tako je kroz ceo život – od ranog detinjstva do duboke starosti (ili novog detinjstva, kako mnogi doživljavaju ponovni pad na dno sinusoide života). To i jeste razlog što ne postoji homo sapiens koji ne sanja o letenju. Ako i postoji, onda je uskraćen za najljudskiju od svih osobina – sposobnost maštanja. Često pitam samoga sebe koliko li sam mašte potrošio za sve ove godine.

Sve zavisi od jedinice mere. Ako ćemo zapreminski, onda je zapremina istisnute dosade bila jednaka zapremini mašte uronjene u kadu mrzovolje. Ako ćemo težinski, onda stvar postaje nemerljiva, zato što je mašta poput aerostata – laka i paperjasta, lebdi ne podležući zakonima gravitacije. Ako ćemo dužinski – i nadalje seže dalje od najdublje tačke svemira. Ako ćemo brzinski, svetlost u odnosu na maštu mili kao kornjača, a ako ćemo vremenski – vredela je svaki od prethodnih pet i po miliona sati mog života!

Kao što vidite, ne postoji precizan troškovnik – mada je impozantan. Na sreću, mašta ne podleže poreskoj obavezi, pa profit koji ona donosi možete slobodno da gomilate.



Mahokrilac prema zamisli Leonarda Da Vinčija nazvan ornitopter

I, kad malo bolje razmislim, učini mi se sjajnom ideja da citiram sebe samog s prve stranice jedne od mojih ranijih knjiga. Što i činim, bez stida, srama i straha zbog potkradanja vlastitog lika i dela. Dakle:

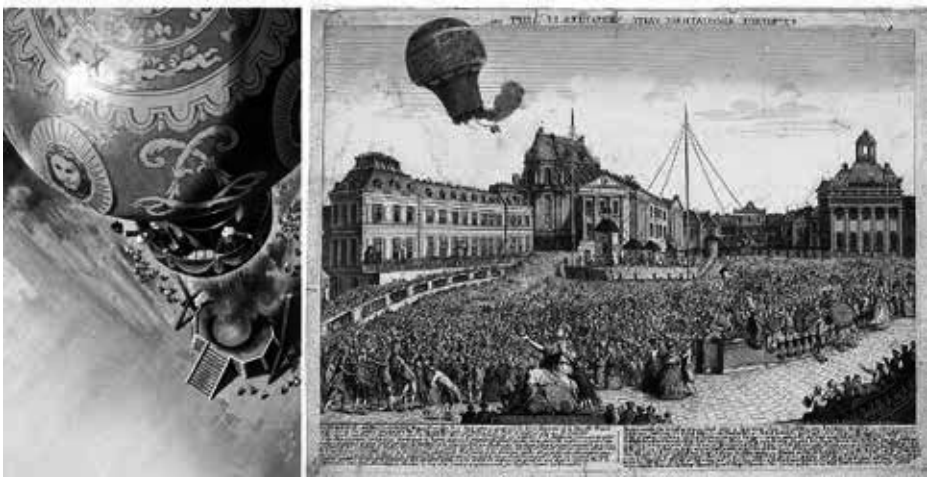
„… Od *sporta ludaka*, kako je nekada javnost nazivala samoubilačke pokušaje pojedinaca sa aeroplanima, postala je jedna od najznačajnijih i najatraktivnijih delatnosti ljudskog uma: vazduhoplovstvo. Iako čovek još nije postao ptica, uspeo je da podigne u vazduh sve što hoće i neće da leti. Od dimnjaka, do tepiha iz 1001 noći.

Onog trenutka kada je sebični Dedal, zbog bolesne zavisti, prilično nepromišljeno bacio svog nadarenog učenika Talusa sa zidina Akropolja, događaji su (čak i za vazduhoplovstvo) počeli da se odvijaju vratolomnom brzinom. Jer, sa rođenjem jedne od najlepših vazduhoplovnih legendi, one o Dedalovom i Ikarovom begu na krilima iz

tamnice kritskog kralja Minosa, rođeni su i prvi avijatičari. Sve do početka dvadesetog veka, mnogobrojni zanesenjaci skakali su sa crkvenih tornjeva, zidina i brežuljaka, poskakivali u mestu, kašljucali u dimu prvih avionskih motora od kojih su neki bili i na parni pogon! Čak je i Herbert Džordž Vels, jedan od očeva naučne fantastike, u svojoj futurističkoj brošuri iz 1901. godine izjavio: 'Doduše, ne sumnjam ni u praktično ostvarenje leta, ni u snažan uticaj leta na ljudsku egzistenciju, ali istovremeno smatram potpuno neverovatnim da bi aeronautika ikada mogla odlučujuće uticati na saobraćaj… Čovek po prirodi nije albatros. On je dvonožac koji korača po tlu.'

Šta bi danas rekao Vels kada bismo ga odveli na najbliži sportski aerodrom i provozali nekoliko školskih krugova na duplim komandama, ili ga, nedajbože, u 'džambovoj' turističkoj klasi ponudili šoljom engleskog čaja? Verovatno bi se zagrcnuo…"

Kraj vlastitog citata.



Model balona braće Mongolfije i diorama sa Šarlovim balonom, čije uzdizanje prati zadivljena masa Parižana

LEONARDO JE RADIO KRIŠOM

U početku je priča o Dedalu i Ikaru inspirisala i renesansnog slikara, vajara i arhitektu Leonarda da Vinčija (1452–1519). On je pokušao tehnički da reši problem čovekovog leta i da snagu mišića uvišestruči raznim prenosima i polugama, ali je kasnije odustao od takvog principa letenja. Leonardov genije zamislio je i vazdušni zavrtanj, preteču helikoptera, koji je imao sve karakteristike današnjih elisa. Zamisao je ostala samo na papiru jer nije imao dovoljno lakih i čvrstih materijala za gradnju. Sačuvane

su mnoge njegove beleške, koje je, zbog straha od inkvizicije, pisao zdesna ulevo, tako da su mogle da se čitaju jedino pomoću ogledala. Nažalost, rodio se nekoliko vekova prerano. Bio je odličan matematičar i fizičar, ali u to vreme tehnologija nije mogla mnogo da mu pomogne.

Skriveni od radoznalih pogleda crkve i inkvizicije, srednjovekovni „jeretici" uporno su studirali razlike između konstrukcije čoveka i ptice ne bi li došli do rešenja kako da čovek poleti vlastitom snagom.

PREKO LAMANŠA U DONJEM VEŠU

U stvari, kada su videli da je prilično teško smisliti spravu koja bi se odvojila od zemlje običnim mlataranjem krila, vazduhoplovni entuzijasti su se oduševljeno bacili na izgradnju letelica lakših od vazduha.

Smatra se da su braća Etjen i Žozef Mongolfije prvi uspeli da praktično iskoriste manju specifičnu težinu zagrejanog vazduha i da 5. juna 1783. godine konačno prepuste ćudima vetra jednu ogromnu papirnu kesu napunjenu toplim vazduhom, a nazvanom – balon. Pet meseci kasnije podigli su u vazduh i prvog čoveka, mladog dobrovoljca Pilara de Rozijea.

Savremenik braće Mongolfije, profesor i član Naučne akademije iz Pariza Sezar Aleksander Šarl počeo je da balone puni vodonikom, a njihove osetljive košuljice zamenjuje impregniranom svilom. Baloni braće Mongolfije zvali su se mongolfijeri, a baloni profesora Šarla – šarlijeri.

Kanal Lamanš, najbliža i najznačajnija veza između engleskog ostrva i Evrope, oduvek je bio cilj hrabrih avanturista. Oni su ga preveslavali, preplivavali, a francuski mehaničar Blanšar i jedan Englez, dr Džefriz, prvi su odlučili da ga prelete! … Njihov se balon mirno podigao iz Dovera 7. januara 1785. i krenuo prema Kaleu. Na nesreću, omotač je negde propuštao vodonik, pa je šarlijer počeo da propada ka vodi. Putnici su pobacali sav suvišan teret, pa i sopstvenu odeću. Pošto ni to nije pomoglo, bili su prinuđeni da otkače i gondolu. Tako su, na jedvite jade, viseći na konopcima balona, stigli na cilj. Dr Džefriz je u dnevniku napisao: „Srećno smo stigli u Francusku, ali samo u gaćama!"

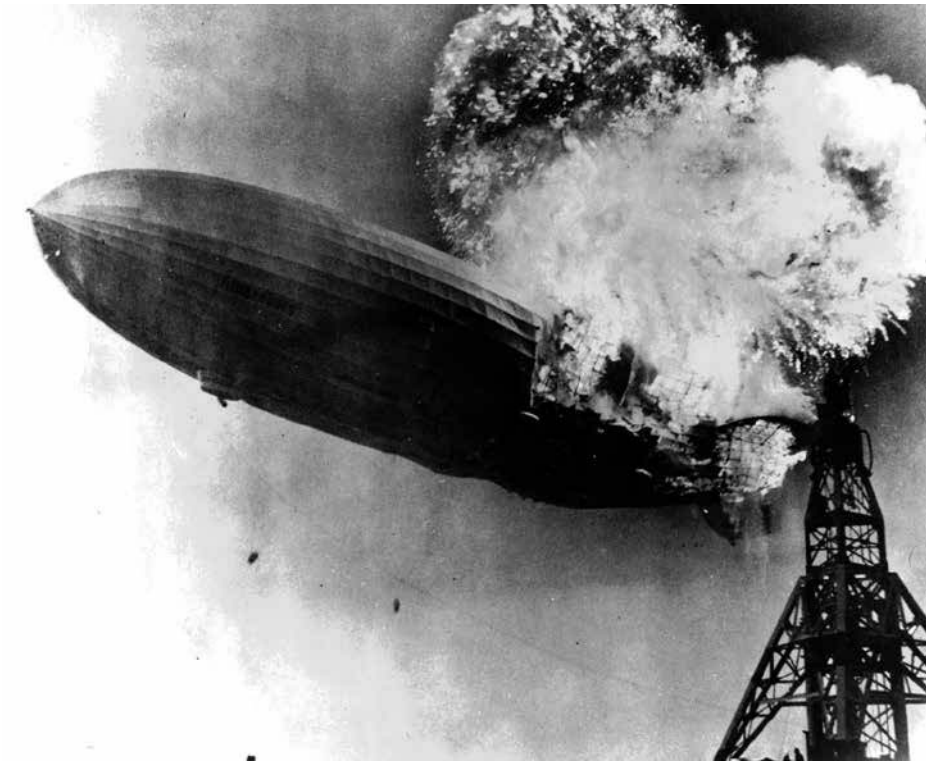
PRETHODNICI DŽAMBO-DŽETA

Od balona, koji je vetar vitlao kako je hteo, polako su nastajali vazduhoplovi kojima je čovek mogao i da upravlja – osobito kada je pronađen benzinski motor. Nežna košuljica balona zamenjena je tankim aluminijumskim limom. Tako je rođen vazdušni brod.

Zagrepčanin David Švarc prvi je načinio vazdušni brod čvrste konstrukcije. Imao je oblik zdepaste olovke, a u gondoli je bio smešten Dajmlerov benzinski motor od

9 kW (12 KS). Njegov dirižabl leteo je (i polomio se) 1897. poslužavši kao inspiracija penzionisanom nemačkom generalu grofu Ferdinandu Cepelinu.

Najsavršeniji cepelin tog vremena, „Hindenburg", bio je dug 248 m i imao je četiri dizel-motora, ukupne snage od 2.500 kW (3.400 KS). Eksplodirao je pristajući na američki aerodrom Lejkharst 1937. godine, dvadeset godina posle Cepelinove smrti. Propašću „Hindenburga" zadat je smrtni udarac proizvodnji takvih vazduhoplova. Gradnja cepelina ponovo je oživela poslednjih decenija XX veka, kao duhovita mogućnost ekonomičnog transporta osetljivih tereta s jedne, ali i kao turistička atrakcija s druge strane.



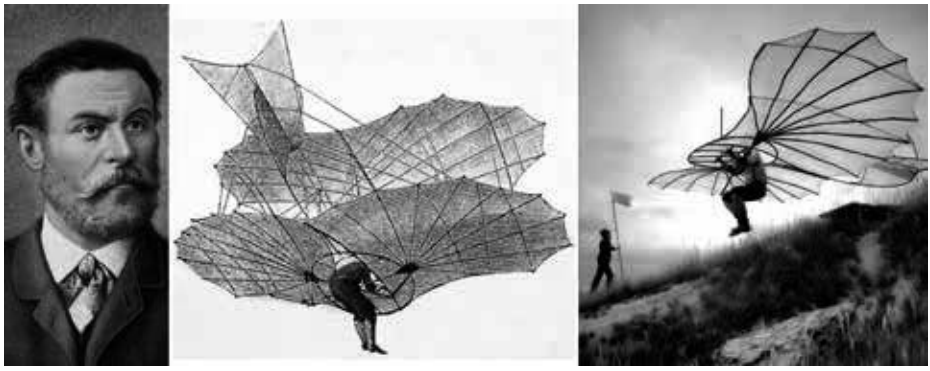
Džin umire u plamenu — 35 poginulih nakon propasti „Hindenburga" u Lejkharstu, Nju Džersi, 1937.

A baloni? Postali su deo velike industrije u službi marketinga, sporta, avanture i uživanja.

Vazduhoplovstvo se razvijalo na dva koloseka. Na jednom su bili aerostati i dirižabli, a na drugom letelice teže od vazduha. Najpoznatiji teoretičar aeronautike u prvoj polovini XIX veka ser Džordž Kejli napisao je: „Problem letenja je u utvrđivanju

ravne površine određene težine, koju bi pokretala snaga sposobna da savlada otpor vazduha." Onda je proročanski dodao: „Potrebna su i krila na zadnjem delu kako bi se garantovala bočna ravnoteža, kormilo za uzletanje i sletanje, kormilo za manevrisanje u horizontalnom pravcu i motopropulzori, snabdeveni elisama." Normalno, tehnologija letenja bila je znatno složenija, ali je nesumnjivo da su Kejlijeve slutnje, koje su kasnije drugi produbili, bile genijalne.

Braća Oto i Gustav Lilijental takođe su sebi postavljala pitanje: kako to da su čak i ptice sposobnije od ljudi, pa mogu da lete. Oto Lilijental, kasnije inženjer, na polju razvoja tehnike letenja jedrilica učinio je u toj pionirskoj epohi više od ostalih i, svojim proračunima i eksperimentima, utro put savremenoj aerodinamici. Prvu jedrilicu izgradio je i ispitao tek u 43. godini. Protivno svim zagovornicima ptičjeg leta koji su i dalje tvrdoglavo ostali pri tome da čovek mora da maše nekom vrstom krila (manje-više neuspele sprave, poznate kao mahokrilci), letelica „Lilijental" bila je jedrilica-zmaj čvrste konstrukcije, s nepokretnim krilima. U vazduhu se održavala po svim principima savremene aerodinamike. Dovoljno je bilo odgurnuti se sa vrha kakve padine i lagano jedriti u dolinu, brzinom od dvadesetak kilometara na čas. Ali, 9. avgusta 1896. godine, za vreme rutinskog leta jedrilicom sa brda Rinov, iznenadan rafal vetra srušio je „Lilijental." Letač je sutradan izdahnuo u bolnici.



Oto Lilijental i njegova leteća mašina „Mark 3" iz 1891. godine

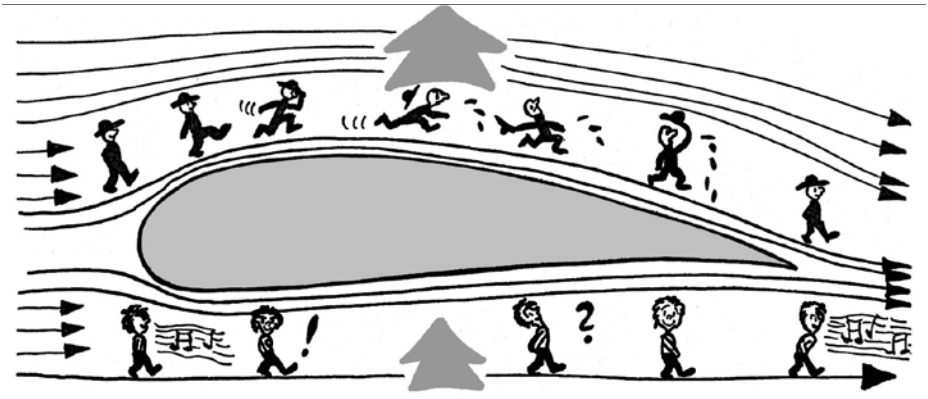
Gustav je za četrdeset godina nadživeo starijeg brata. Utopistički je nastavio njegovo veliko delo. No, ideje su mu bile u raskoraku s kasnijim razvojem avijacije. Umro je od srčane kapi u jednom uglu modernog hangara berlinskog aerodroma Adlerhof, zanet nekom visokom i nezgrapnom konstrukcijom s pomičnim krilima, pregažen napretkom vazduhoplovne tehnike… Jer, tada je već postojao redovan vazdušni saobraćaj na svim kontinentima.

Aerodinamički tuneli. U njima se najčešće ne ispituju pravi avioni, već njihovi umanjeni modeli. Aerodinamički tuneli su cevi kroz koje struji vazduh pokretan snažnim ventilatorima. Specijalni filtri (sita), postavljeni u ovakav tunel, imaju zadatak da usmere struju vazduha i smanje vrtloženja. Model se fiksira u suženom delu cevi, gde su strujanja najbrža, kao kod venturi-cevi. To je radni deo tunela. Model koji se ispituje senzorima je vezan za instrumente koji mere sve sile koje nastaju kao posledica kretanja vazduha oko modela. Propuštanjem obojenih gasova ili lepljenjem stotina i stotina končića na model moguće je dobiti sliku opstrujavanja (strujni spektar) ispitivanog predmeta u različitim položajima.

KRILO

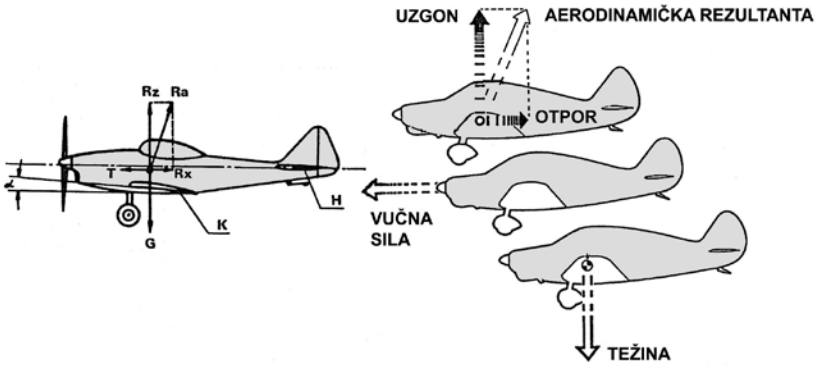
Kad je avionsko krilo već tako savesno ispitano, pogledajmo ga i iz profila.

Zapazićemo da je gornja površina krila (*gornjaka*) zakrivljena, tj. ispupčena. Donja površina krila (*donjaka*) relativno je ravna. S razlogom. Ispupčenje gornje površine krila može da se uporedi s odgovarajućim suženjem u venturi-cevi. Drama stvaranja uzgona odigrava se na sledeći način: vazduh koji juriša na prednju (*napadnu*) ivicu krila račva se na dva kraka: jedan struji preko gornjake, a drugi teče duž donjake. Na putu ka zadnjoj (*izlaznoj*) ivici krila gornja struja vazduha, zbog veće zakrivljenosti aeroprofila, mora da pređe nešto duži put od struje vazduha na donjaci. A da bi ga obe prevalile za isto vreme, struja vazduha na gornjoj površini krila prinuđena je da hita brže. Zbog toga nastaje razlika u pritiscima: statički pritisak vazduha na donjaci krila je povišen, a na gornjaci snižen, pa nastaje vertikalna komponenta uzgona. Krilo — i ceo avion sa njim — poleće!



Kako nastaje uzgon na aeroprofilu

Sada je lako shvatiti koje sile deluju na avion u letu: motor na posredan način, obrtanjem elise, stvara *vučnu* (ili, kod mlaznih aviona — *potisnu*) *silu T*, koja deluje u smeru leta. Noseće površine aviona, a to su krila i horizontalni rep, stvaraju *silu uzgona Rz* i, istovremeno s trupom štetnu *silu čeonog otpora Rx*. *Sila težine aviona G* suprotstavlja se sili uzgona, delujući vertikalno nadole.



Sile koje deluju na avion u letu

Molim vas da sada izađete na pistu i proučite fenomen poletanja. Primetićete avion koji stoji nepokretan na početku staze za poletanje. U ovoj, pasivnoj fazi tek započetog leta na njega deluje samo jedna sila: sila vlastite težine. Ali, čim pilot gurne ručicu gasa napred, obrtaji motora se dramatično povećavaju, elisa počinje da grabi ogromne količine vazduha i pomera avion s mrtve tačke. Dok ubrzava, vazduh počinje da pokazuje svoje pravo lice: sve više raste čeoni otpor. I tako, dok je letelica još na zemlji, prinuđena je da savladava em čeoni otpor vazduha, em još i otpore kotrljanja.

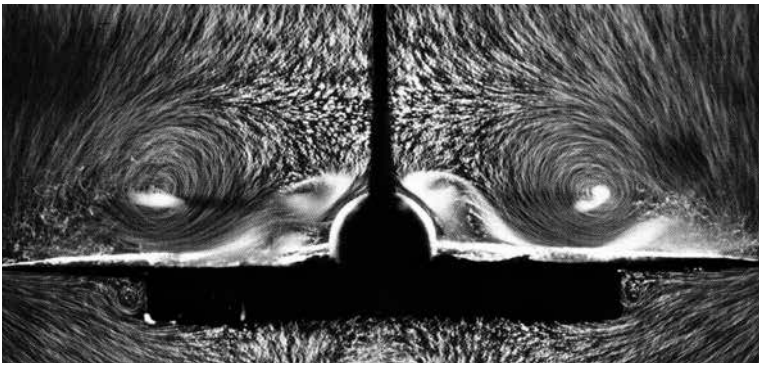
Jasno je da su sada sve sile probuđene. Prednjači vučna sila, a tako će biti sve dok avion ubrzava. Konačno, kada sila uzgona dostigne određenu vrednost, a ona mora da bude jednaka celokupnoj težini aviona, on tek ovlaš dodiruje tlo točkovima.

Na svu sreću, avionski motor ima još snage u rezervi. Vazduh sve brže struji oko avionskih krila, sila uzgona nadjačava težinu i odnosi konačnu pobedu u ovoj delikatnoj trci s poslednjim metrima piste… Letelica je u vazduhu!

Avion se penje. Šta to znači? Ništa drugo osim da vučna sila mora da bude veća nego u horizontalnom letu. A da bi avion zadržao nepromenjenu visinu leta, vučnu silu treba smanjiti. U ustaljenom letu, kada avion održava nepromenjenu vazdušnu brzinu, vučna sila je izjednačena sa silom čeonog otpora. Ako ubrzava, vučna sila je veća od sile otpora, a ako usporava, moramo dopustiti sili čeonog otpora da nadjača vučnu silu. Kada avion krene u poniranje, vučna sila svakako mora da bude manja

od one u horizontalnom letu. E, to su trenuci predaha za avionski motor jer je tada glavna pogonska snaga — sila Zemljine gravitacije.

Na tananoj ravnoteži ovih sila počiva neizmerna čarolija letenja.



Strujnice vazduha koje avion generiše tokom poletanja i nastavka leta kroz atmosferu

Geometrijske karakteristike krila. Krilo je to koje nosi avion i od njega najviše zavisi kako će se avion ponašati u letu. Od oblika krila, površine i ugla pod kojim je postavljeno u odnosu na smer kretanja vazduhoplova zavisi i kvalitet aerodinamičkih sila. Sve veće brzine zahtevale su neprekidno aerodinamičko usavršavanje i krila i aviona u celosti.

Konture krila, gledane iz ptičje perspektive, mogu da budu različitog oblika:

– *pravougaono krilo* se primenjivalo u početku razvoja avijacije. Jednostavno je i lako za izradu, ali, nažalost, pokazuje vrlo loše aerodinamičke osobine;

– *pravougaono krilo sa zaobljenim krajevima* je u tom pogledu nešto bolje, ali i dalje daleko od savršenstva;

– *trapezasto krilo* je još povoljnije od pravougaonog, što se naročito odnosi na *trapezasto krilo sa zaobljenim krajevima*. Do sredine XX veka rado je korišćeno na većini aviona;

– *elipsasto krilo* u aerodinamičkom smislu daje najbolje rezultate. Nažalost, izrada ovakvog krila prilično je komplikovana. Jedan od retkih aviona koji je mogao da se pohvali elipsoidnim krilom bio je legendarni lovac iz Drugog svetskog rata spitfajer konstruktora Redžinalda Mičela. „Dajte nam spitfajerova krila, pa ćete videti šta možemo!", govorili su nemački piloti svojim starešinama;

– *strelasto krilo* je našlo primenu kod aviona velikih brzina, kao neuporedivo podesnije od svih ostalih oblika. I, konačno,

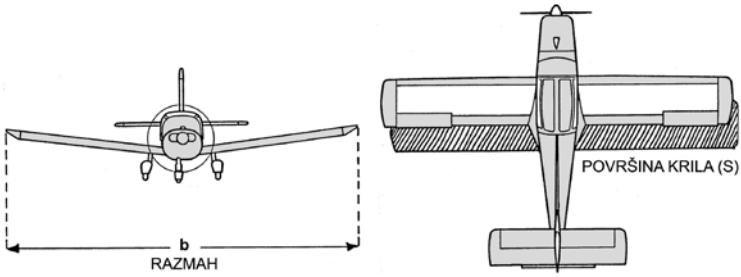
– *delta krilo*, koje ima i najsavršeniji oblik, koristi se za avione i rakete veoma velikih brzina, koje višestruko nadmašuju brzinu zvuka.

Avioni sa *promenljivom geometrijom krila* balansiraju između potrebe za što većom

brzinom u letu i što manjom brzinom aviona na sletanju i poletanju. Pilot, pomoću složenog mehanizma, bira najpovoljniju konfiguraciju krila dok se priprema za određeni manevar.

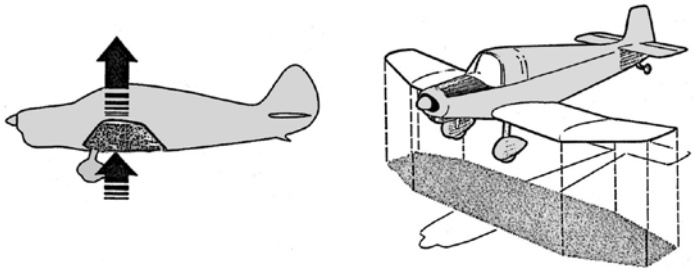
Aeroprofil krila je ono što vidimo na poprečnom preseku krila. Profili se razlikuju po debljini i obliku. Deblji profili koriste se na sporijim, a tanki na bržim avionima. Što se oblika tiče, profili mogu da budu simetrični i nesimetrični. *Simetrični profili* imaju podjednako zakrivljenje (ispupčenje) i gornje i donje površine, pa omogućavaju efektnije manevrisanje avionom u akrobacijama, naročito u leđnom letu. U *nesimetrične profile* spadaju svi ostali, dakle oni čija je donja kontura ravna, udubljena ili donekle ispupčena. Aeroprofil značajno utiče na većinu aerodinamičkih sila koje deluju na krilo.

Razmah ili raspon krila označava rastojanje od jedne do druge krajnje tačke krila, po poprečnoj osi aviona. To znači da treba da ga posmatramo frontalno, spreda ili otpozadi.



Razmah i površina krila

Površina krila je površina avionskog krila projektovanog na horizontalnu ravan. U podacima o nekom avionu ona se označava kao *noseća površina krila*.



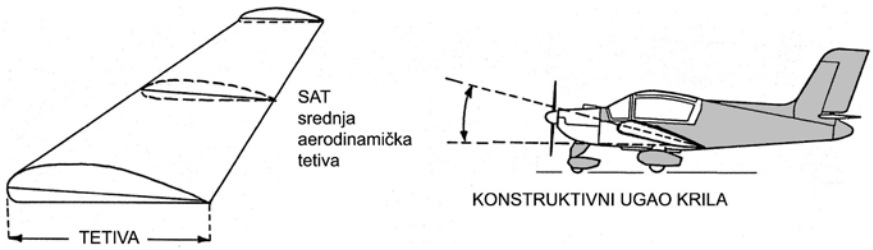
Krilo kao noseća površina (levo) i površina krila (desno)

Vitkost krila se izračunava iz aritmetičkog odnosa između kvadrata razmaha krila (b) i površine krila (S). Dakle, formula za izračunavanje vitkosti krila glasi:

$$\text{vitkost} = b^2/S$$

Avion kojim je sovjetski pilot Čkalov izveo prvi let preko Severnog pola imao je, recimo, vitkost krila 25. Vitkost krila kod većine aviona obično je od 5 do 12, u jedrilica od 18 do 24, a kod lovaca kategorije 2 maha svega 2 (i slovima: dva)!

Tetiva aeroprofila je najkraće rastojanje od napadne do izlazne ivice krila. Tetiva polovi simetrične profile tačno po sredini, dok se kod nesimetričnih profila ova zamišljena linija proteže poput zategnute tetive na luku. Tetiva aeroprofila ima istu dužinu duž celog razmaha krila jedino kod pravouganog krila, dok je kod ostalih oblika njena dužina na raznim segmentima krila promenljiva. Inače, tetiva aeroprofila je osnovna linija za određivanje napadnih uglova krila.



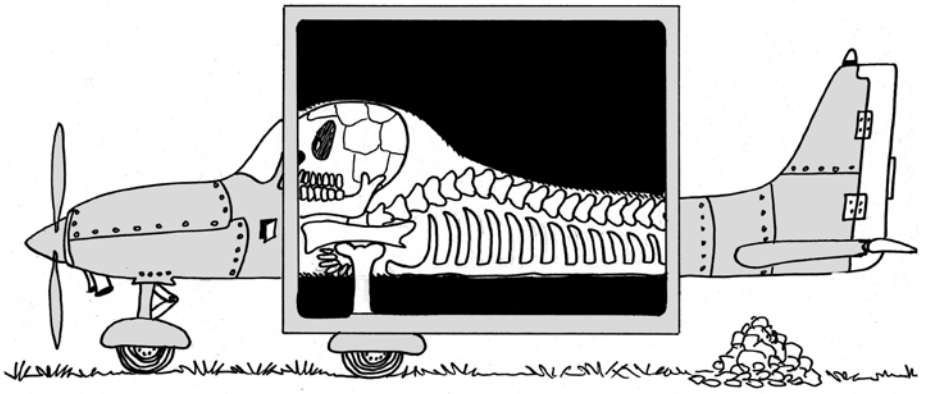
Srednja aerodinamička tetiva ne izaziva glavobolju kod pravougaonog krila, pošto je sasvim svejedno na kom delu njegovog razmaha je merimo. Međutim, kod strelastih, trapezastih i ostalih oblika krila srednja aerodinamička tetiva (skraćeno SAT) predstavlja srednju vrednost svih tetiva duž njihovog razmaha. SAT delimo na 100 jednakih delova (100%), a zašto — saznaćemo ubrzo, čim se pozabavimo centrom potiska krila i centražom aviona.

Konstrukcioni ugao krila je ugao koji tetiva krila zaklapa s uzdužnom osom aviona. Taj ugao je, razumljivo, nepromenljiv — osim u izuzetnim slučajevima viđenim kod egzotičnih tipova aviona za vertikalno poletanje i sletanje; kod njih krila, zajedno s motorima, mogu da rotiraju oko poprečne ose aviona.

Geometrijski napadni ugao krila je napadni ugao između tetive krila i linije neporemećene vazdušne struje. Postavljanjem aeroprofila (još bolje, aviona) pod različite

5.
Konstrukcije vazduhoplova

ČAS ANATOMIJE



U učionicu je zakoračio proćelav čovek u zrelim četrdesetim. Veći deo nas ga nije poznavao.

— Zovem se Dejan i bavim se lako pamtljivom profesijom — šeretski je namignuo. – Ja sam, da znate: opunomoćeni savezni vazduhoplovni inspektor za letačko osoblje Vazduhoplovnog inspektorata Saveznog komiteta za saobraćaj i veze!

Prasnuli smo u smeh. Baš prosto za pamćenje!

— I, ne gledajte u moju ćelu — pogladio je onaj deo glave kojem odavno više nije bio potreban češalj. – Imao sam uzornu kosu, ali sam je izgubio samo zahvaljujući svakodnevnom životu među benzinskim isparenjima! Ko mi je kriv kad se nisam zaustavio na jedrilicama nego zapeo da postanem pilot aviona. Zato sam, u znak protesta, umesto o avionskim motorima, odabrao da vam pričam o vazduhoplovnim konstrukcijama!

Tako je počeo naš ulazak u mnogo opipljiviji svet letećih sprava. Koji su delovi aviona? Zašto on izgleda baš tako kako izgleda, umesto da liči na bundevu ili veš-mašinu? Šta su krilca i zakrilca, a šta vazdušne kočnice? Kako se upravlja avionom?

Čemu služi stajni trap i mora li da ima točkove? Da li je trup stvarno neophodan deo aviona?

— To što primam platu kao vazduhoplovni inspektor znači samo jedno: da sam vaš lični policajac koji piše kazne sa saobraćajne prekršaje, ali one u vazduhu — značajno je podigao kažiprst leteći policajac Dejan. – Zato pazite šta radite, jednog dana kada budete zaboravili da ste sedeli i piskarali na ovom kursu za sportske pilote! To što sada, zahvaljujući vama, primam honorar za ova predavanja, ne znači da ću vam sutra progledati kroz prste kada zabrljate!

Sve je to govorio kroz osmeh koji je, dok su mu se veđe više ili manje podizale, na isti način borao njegovo glatko čelo. Bio je odličan kozer, umeo je na zabavan način da sastavlja i rastavlja avione crtkajući po školskoj tabli, priče su mu bile bogato ilustrovane anegdotama, ali je – gle! – svaka bila vezana za njegove jedriličarske avanture. Prosto da čovek posumnja da je ikada pilotirao avionom.

Nekoliko meseci kasnije bio je šef ispitne komisije na mom ispitu za dobijanje prve pilotske dozvole i tada sam video da i te kako ume da upravlja avionom. U godinama koje su sledile često smo se viđali i mnogo intenzivnije družili – a on i dalje nije pominjao avione, nego samo jedrilice. Srce mu je ostalo u tihim elegantnim spravama, u čijoj se kabini ne čuje ništa osim zviždukavog huka vazduha i vašeg disanja. Ostalo mu je na bezbrojnim jedriličarskim prvenstvima s kojih se vraćao okićen zlatnim, srebrnim i bronzanim priznanjima. I, naravno, dok nije prešao na avione kao vazduhoplovni „policajac", okićen tada još i prilično bujnom kosom!

Ukoliko je njegova priča o uticaju avio-benzina na rast kose upšte imala istorijsku podlogu…

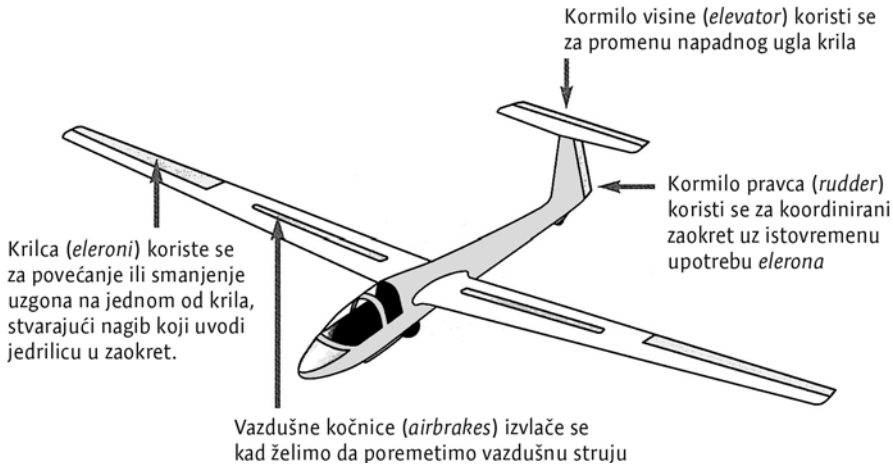
• • •

Postoje različiti tipovi aviona zato što se i oni, kao i ostala prevozna sredstva, grade za opšte ili specifične potrebe. Neki su konstruisani da lete brzo, drugi da nose teške terete, neki se prave tako da zapadnu za oko, koštaju mnogo i traju dugo, a drugi da se prodaju za male pare.

Avion je vazduhoplov s mehaničkom vučom (ili potiskom), ima nepomična krila, teži je od vazduha, a u letu se održava zahvaljujući već objašnjenom dejstvu vazdušnih struja na krila i repne površine.

Prema principu održavanja u vazduhu, vazduhoplovi se, dele na lakše od vazduha (aerostati ili statičke leteće mašine), a to su baloni i dirižabli i teže od vazduha (dinamičke leteće mašine), a to su svi ostali vazduhoplovi! Među njima su najživopisniji rotokrafti (helikopteri i žirokopteri) i planeri (jedrililce i zmajevi).

O JEDRILICAMA ćete pronaći svu silu podataka u specijalizovanim knjigama i udžbenicima posvećenim vazduhoplovnom jedriličarstvu, ali, kao izuzetno zanimljive letelice – na kojima, uostalom, mnogi početnici u sportskim aero-klubovima dobijaju prvo paperje (da bi kasnije neki od njih postizali i vrhunske rezultate na domaćim i međunarodnim takmičenjima), svakako zaslužuju da im se posveti još nekoliko redaka.

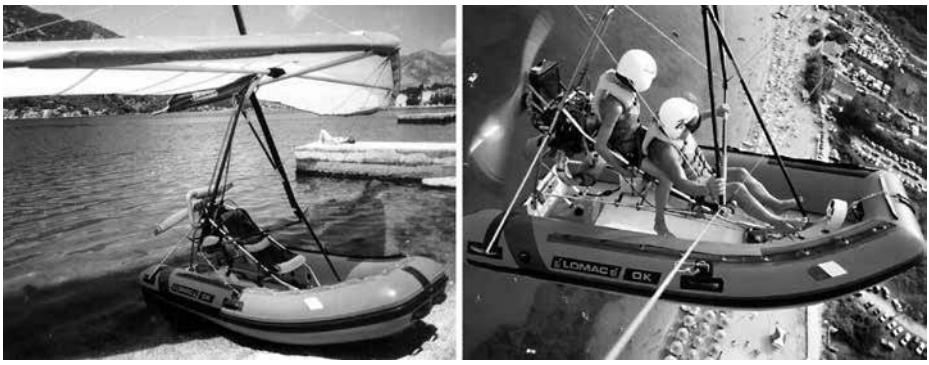


Iako nema sopstvenu pogonsku grupu, jedrilica može, u povoljnim meteorološkim uslovima i u rukama uvežbanog pilota, da postigne iznenađujuće rezultate, s kojima teško mogu da se takmiče čak i neki avioni. Kao primer navešću niz preleta od preko 1.500 km, dostignute visine od četrnaest, pa i više hiljada metara, i davno još zabeležen let koji je bez prekida trajao 56 časova.

Za poletanje jedrilice koristi se aero-zaprega (šlep avionom) ili vitlo (vozilo s dobošem koji veoma brzo namotava čelično uže za čiji je drugi kraj prikačena jedrilica). No, postoje i motorne jedrilice koje se pri poletanju i krstarenju s motorom u svemu ponašaju kao i laki sportski avion, s tim što u letu s ugašenim motorom zadržavaju sve poznate osobine jedrilice.

Oto Lilijental i njegovi savremenici gradili su lake jedrilice kojima su se zaletali s uzdignutih padina i, poput današnjih zmajara i paraglajdista, klizili u dolinu. No, ubrzo su jedriličari počeli vredno da ispituju mogućnosti za produženje leta pomoću uzlaznih struja vazduha. Tako se razvio novi vid letenja jedrilicom – jedrenje.

Prilikom jedrenja na padini pilot jedrilice koristi dovoljno jak vetar koji duva ka kosini padine. Vertikalna komponenta vetra, koji je prinuđen da se penje uz obronke brda, održava jedrilicu u vazduhu, pa joj čak pomaže i da dobije na visini.



Takozvani zmajevi, platnene konstrukcije sa krilom delta oblika sa kojima srčani entuzijasti jedre iznad planinskih padina, transformisali su se u privlačne ultralake vazduhoplove s motornim pogonom, kao poručene za panoramske letove udvoje.

Jedrenje ispred olujnog fronta moguće je zahvaljujući pojačanim uzlaznim termičkim strujanjima vazdušne mase ispred fronta. Vrlo izazovan, efikasan – ali i rizičan vid jedrenja!

Tehnika jedrenja na vazdušnim talasima ista je kao kod padinskog jedrenja, s tim što ovde ulogu „padine" igra sočivasti oblak altokumulus lentikularis, koji se javlja na bregovima stacionarnih planinskih talasa, a oni su posledica talasanja vazdušne struje iza velikih brda ili planina koje miluju struje vetra u stabilnoj atmosferi.

Najpopularniji vid jedrenja je jedrenje u termičkim stubovima. Uzlaznu termičku struju možemo da zamislimo kao stub vazduha koji se iznad zagrejane podloge snažno kreće naviše. Ukoliko je vazduh dovoljno vlažan, na vrhu ovog stuba javlja se karakterističan oblak, kumulus, koji pomaže jedriličarima da lakše otkriju termički stub. Kružeći u ovim termičkim stubovima jedriličari dobijaju visinu zahvaljujući njihovim uzlaznim strujama.

O AVIONIMA. Posle ovog impresivnog saznanja da je moguće satima, a eto, videsmo, ponekad i danima, ostati u vazduhu bez kapi utrošenog goriva, vratimo se avionu. Iako ne može da se meri s jedrilicom u romantičnom saznanju da ste zauzdali i uzjahali vetar, avion krasi apsolutna autonomija. Time je sebi osigurao vrlo široku primenu.

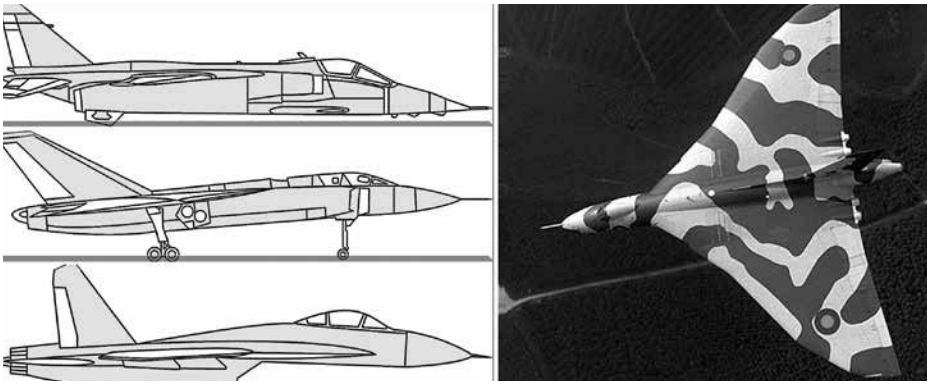
Pošto su iz godine u godinu zahtevi koji se postavljaju pred avione postajali sve oštriji, očigledno da nije bilo moguće stvoriti univerzalan tip aviona. Posledica toga je njihova specijalizacija. No, nećemo pogrešiti ako avione, prema nameni, podelimo u dve glavne kategorije: civilne i vojne.



Školski, turistički, laki poslovni i saobraćajni avioni na okupu

Civilni avioni su šarenoliko društvo, u kojem ćete se, obećavam, uskoro osećati kao među starim prijateljima. Prvi – i najlepši – časovi obuke doživljavaju se na školskim avionima. To su mali, lakokrili avioni, obično dvosedi ili četvorosedi, namenjeni osnovnoj obuci pilota. Lete brzinama od 150–250 km/h. Sportsko-akrobatski avioni imaju nešto oštrije performanse, a služe za takozvano figurno letenje s izvođenjem akrobacija. Zahtevaju prefinjenu ruku i istančan osećaj pilota za lako snalaženje u sve tri dimenzije. Turistički avioni, po pravilu, nude veoma udobnu kabinu za nekoliko putnika, lete brzinama od preko 200 km/h, često imaju dva motora i pravi su ekvivalent putničkom automobilu (vazdušni taksi). Saobraćajni avioni za prevoz velikog broja putnika, ali i tereta (takozvana kargo verzija) procentualno su najbrojniji predstavnici civilnih tipova aviona. Kapaciteti im se kreću od nekoliko desetina do više stotina sedišta, a brzine su im od nekoliko stotina kilometara na čas, pa do brzina koje premašuju brzinu zvuka. Avioni za posebne namene koriste se u poljoprivredi, fotogrametrijskim snimanjima terena, protivpožarnoj zaštiti, sanitetskoj službi i nizu drugih aktivnosti.

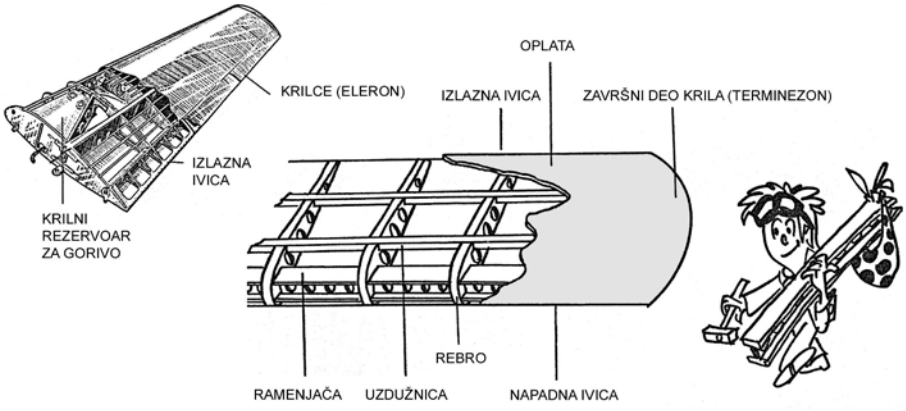
Vojni avioni. Dobro je znati da se u ovoj grupi najhrabrijih nalaze školski i trenažni avioni, lovački avioni, lovci-bombarderi, bombarderi, transporteri, izviđači i avioni za posebne potrebe – vezu, sanitet i kurirsku službu. Ovi poslednji se ne razlikuju bitno od civilnih aviona iste kategorije.



Vojni avioni iz prve borbene linije: školsko-trenažni avion, lovac bombarder i nadzvučni lovac

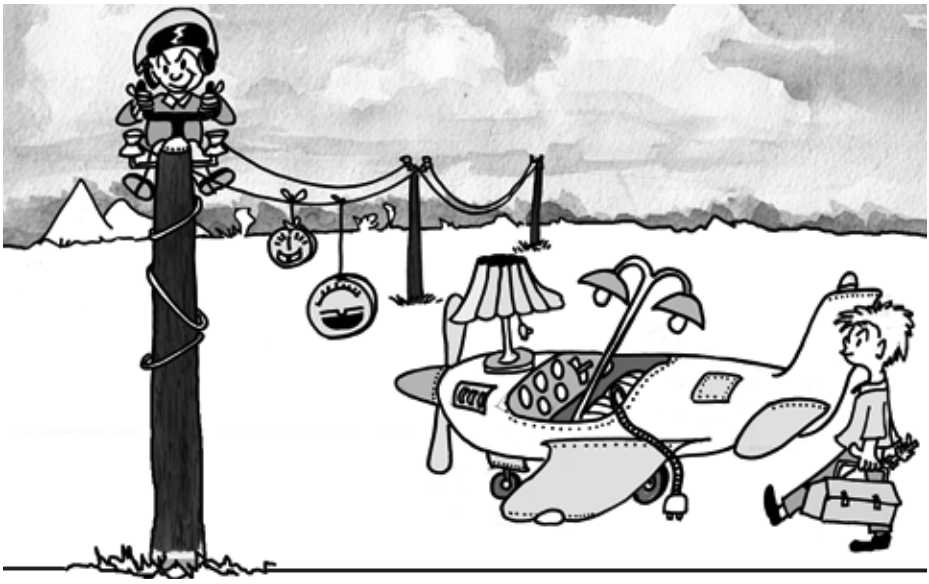
Glavne konstrukcione osobine po kojima se avioni međusobno razlikuju uglavnom se odnose na broj krila i motora, izvedbu stajnog trapa i materijal od koga su sagrađeni najvažniji delovi aviona: drvo, metal, plastični i kompozitni materijali.

Osnovni delovi aviona su krila, trup, repne površine, komande za upravljanje, stajni trap, pogonska grupa i razni sistemi. Krilo je površina zahvaljujući kojoj avion dobija silu uzgona, dok oblik krila zavisi od namene i brzine aviona. Trup je, pre svega, veza između krila i repa i istovremeno služi za smeštaj pilotske kabine i prostora za teret, a značajno utiče i na aerodinamički izgled letelice. Repne površine osiguravaju ravnotežu aviona oko vertikalne i poprečne ose. Stajni trap, bez obzira na to da li je u vidu točkova, skija ili plovaka, treba da održi avion na čvrstom tlu ili na vodi. Pogonska grupa obezbeđuje vučnu ili potisnu silu za pokretanje aviona.



Krilo. Kakva krila treba da ima avion? Ljudi su dugo tražili odgovor na ovo pitanje. Amerikanac francuskog porekla Oktav Šanit sagradio je 1896. godine čak šestokril-

STRUJOMERI BEZ INKASANTA



Ni najmanje nije zabavno kada usred nebeske nedođije, putujući između dva aerodroma udaljena koju hiljadu kilometara, ostanete bez električnog napajanja. Događalo se to i meni, i na velikim, i na malim avionima. Ne često, ali dovoljno da mi ostane u živopisnom sećanju.

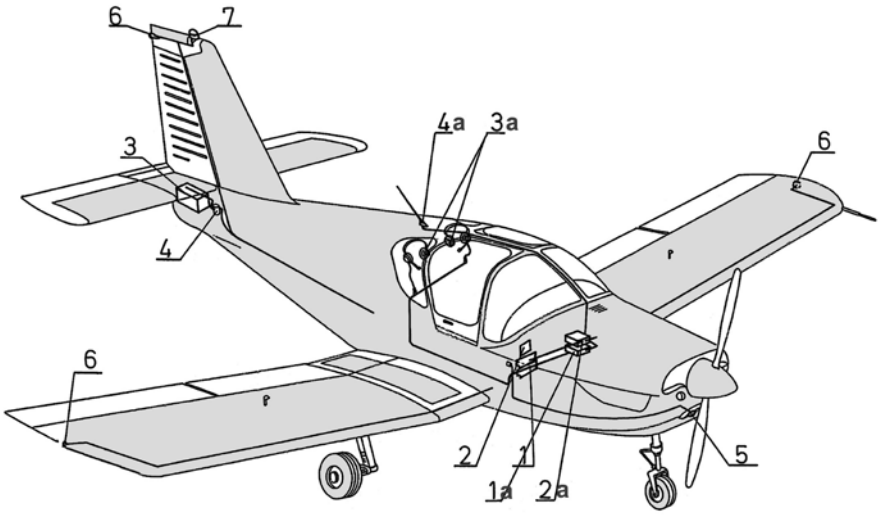
Kada vam se tako nešto dogodi po lepom i vedrom danu, jedina briga vam je da se što pre odlučite za aerodrom na koji ćete prinudno sleteti – a u međuvremenu pokušate da pronađete uzrok kvara i, ako je moguće, ponovo „oživite" avion. Ako ne, onda imate tridesetak minuta vremena (koliko vam daje ono malo preostale struje iz avionske baterije) da pomoću elementarnih instrumenata i još upotrebljive ko-

munikacione opreme dobauljate do najbližeg pristaništa i tu sačekate ekipu avioelektričara. Po noći, pa još u muljavim kišnim ili snežnim oblacima, dok oko vas sevaju munje, a turbulencija čini da, u mračnom kokpitu, slova ček-liste za prinudne postupke ludački igraju pred očima (jedna nevolja najčešće dolazi u društvu još nekih!), iznenadni osećaj usamljenosti je mnogo neprijatniji. Ali ne bih sada pripovedao lovačke priče iz pilotskog života, nego bih vas podsetio na veselu poskočicu koju bismo u mračnom kokpitu, umesto prozivke odgovarajuće ček-liste, obavezno lansirali prilikom svakog namerno izazvanog nestanka struje za vreme vežbe na simulatoru boinga 727:

– Pazi na novčanik!

• • •

Za rad električnog sistema aviona predviđene su jednosmerne i naizmenične struje. Stvaranje ovih struja omogućeno je posredstvom dva sistema za napajanje: DC sistema (*direct current* – jednosmerna struja) i AC sistema (*alternate current* – naizmenična struja).



Električni sistem lakog sportskog aviona
1. Osigurači 2. Regulator napona 3. Akumulator 4. Rele akumaltora 5. Reflektor i taksi svetlo
6. Poziciona svetla 7. Svetlo protiv sudara (*anti-collision light*)
Osnovna elektronska oprema: 1a. VHF COMM sistem 2a. Radio-kompas
3a. Dupli headset (slušalice i mikrofon) 4a. Antena

DC sistem je nekada bio jedini električni sistem u avionima. U samom početku primene električne energije u avijaciji koristio se napon od 12 V. Ali, to je bila samo navika koju su automobilisti ostavili u nasleđe avijatičarima, pa je kasnije definitivno usvojen napon od 24 do 28 V. DC sistem je jednožičan. Drugi vod mu je, naime, masa samog aviona. Jednosmernu struju proizvode generator (vezan za avionski motor) i avionska baterija.

Generatori su, u širem smislu, električne mašine koje mehanički rad pretvaraju u električnu energiju. Generator jednosmerne struje dobija pogon isključivo od avionskog motora, za koji je vezan preko kutije zupčanika s torzionim odvajačem. Ovaj obezbeđuje odvajanje generatora od motora u slučaju zaribavanja ili loma generatora. Posebna vazdušna instalacija štiti generator od preteranog zagrevanja. Instrumenti za merenje opterećenja i napona generatora, ampermetar i voltmetar, nalaze se na panelu u pilotskoj kabini.

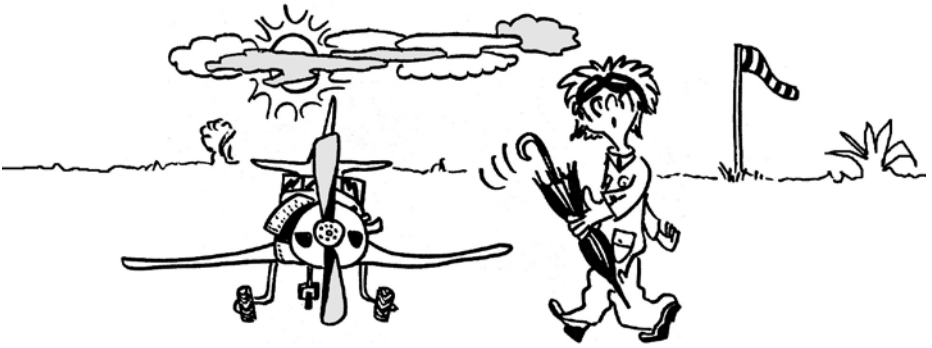
Baterije (akumulatori) važan su deo električnog sistema jednosmerne struje jer služe kao rezervoari električne energije. Prednost akumulatora je u tome što postepeno nagomilava električnu energiju. Ova kasnije može da se koristi za startovanje motora, paljenje reflektora za sletanje ili rad avionskih radio-uređaja na zemlji i u vazduhu, kada motor radi na manjim obrtajima, pri kojima generator ne puni akumulator. Na avionima se mahom upotrebljavaju čelični i olovni akumulatori.

AC sistem. Pitanje korišćenja naizmenične struje aktuelizovalo se naročito za vreme Drugog svetskog rata kada se naglo povećala potreba za električnom energijom na velikim transportnim avionima i teškim bombarderima. DC sistem se pokazao nepraktičnim zato što su njegovi električni uređaji i mreža postali suviše glomazni i teški za stvaranje uobičajenog napona od 24 V. Stručnjaci su prilegli na posao da istraže nov sistem i nove standarde, pa su rešenje potražili u naizmeničnoj struji. Ispitivanja su pokazala da je najpogodniji sistem sposoban da stvara naizmeničnu struju napona od 115 V i učestanosti od 400 Hz. Struju isporučuje alternator, koji mehanički pogon dobija direktno od avionskog motora, ali i inverter, koji najpre treba „nahraniti" jednosmernom strujom, da bi je zatim pretvorio u naizmeničnu.

Alternatori su generatori naizmenične struje. Ali, da bi davali struju stalne učestalosti od 400 Hz, brzina kojom se okreće njihov rotor ne sme da oscilira. Naravno, to nije moguće postići grubim vezivanjem alternatora za avionski motor. Zbog toga se koristi jedan posrednik, CSD uređaj (*constant speed driver* – pogon konstantne brzine), koji, bez obzira na broj okretaja avionskog motora, daje alternatoru nepromenjeni broj obrtaja.

9.
Vazduhoplovna meteorologija

PEJZAŽI U MAGLI



Ovo je neprimereno dugačko poglavlje, zaista najduže u knjizi. Ako prebrojite reči koje slede, a to bi umesto vas za tili čas učinio bilo koji editor teksta, utvrdićete da ih ima, ne računajući ovu uvodnu priču, petnaestak hiljada! Ima to svoj razlog, a čućete i koji…

Nisam mnogo znao, a ni razmišljao o meteorologiji sve dok u moj život nije ušao Žika Meteorolog. Već tada je to bio vremešan, oniži gospodin dobro očuvane sede kose i zviždukavih suglasnika. Pred nas, radoznale kursiste koji su zakoračili tek na prvi stepenik školovanja za osnovnu pilotsku dozvolu, istupio je naoružan samo dnevnikom nastave i belom kredom. Sve ostalo imao je u glavi – tačnije, u malom prstu.

Tim istim prstom prizivao je dobujuće kiše i podmukle magle, tihe povetarce i razularene vetrove, preteće kumulonimbuse i goropadne oluje, penjao se do stratosfere i silazio u duboke kotline – da bi ga ponekad koristio i kao alatku za efikasno udaranje tačke na „i" u vidu anegdote koja ilustruje tek završenu priču o ćudima vremena. Činio je to maestralno i gospodski opušteno, kao i, verujem, decenijama pre toga, pred stotinama pilota koji su odavno avionima ispisivali bele tragove po nebu.

U svemu je bio originalan, pa i u ideji da nam reči diktira direktno u pero.

– Vi piloti ste veoma zaboravni kada je nauka u pitanju – mrštio se, ne obaziruć se na vlastiti osmeh. – Ovo je način da vam bar nešto ostane, makar u svesci ako ne i u glavi! Tako ću i ja biti mirniji kada, nakon nastave, svratim u svoju kišomernu stanicu!

Naivni, mislili smo da je to meteorološka stanica, verovatno ona na beogradskom aerodromu, gde je bio zaposlen kao vodeći meteorolog. Ma, daj! Mnogo kasnije saznali smo da se ona nalazi u ulici u kojoj je i živeo. Objekat poznat kao kišomerna stanica bila je, u stvari, kafanica u koju je obavezno svraćao na pićence pre povratka kući!

Zahvaljujući Žiki Meteorologu moj lični „kišomer" za merenje prioriteta utvrdio je da je vazduhoplovna meteorologija, bez konkurencije, najvažnija naučna disciplina u životu jednog pilota. Svaki avion je samo orahova ljuska u beskrajnom fluidnom okeanu bez obala. Ukoliko ste svesni šta je ispod, šta okolo, a šta iznad vas, imate realnu šansu da preživite kad vaš brod počne da tone. Zato mi je ovo poglavlje i najdraže, a bolećivost prema vazduhoplovnoj meteorologiji učinila je da bude i najduže, pa zato nemam nameru da zakidam na bilo čemu.

Nakon toliko godina jedan od najdražih artefakata sačuvanih iz tih ranih pilotskih dana upravo je sveska s doslovce zabeleženim predavanjima Žike Meteorologa, onako kako ih je on diktirao, u pero. Pretpostavljam stoga da slutite da sam ono što se upravo spremate da pročitate prepisao baš iz te sveske tvrdih korica, koja i danas izgleda kao nova. I, u pravu ste. Ponešto je dodatno okićeno, začinjeno i navezeno (kao u *Brankovom kolu*), ali u suštini je to priča Žike Meteorologa, ona kojom nas je na svoj način uveo u svet avijacije.

Nije prošlo mnogo vremena, a s tim sjajnim čovekom sam nastavio i profesionalno da sarađujem, naročito kada sam primljen za instruktora letenja u Višoj vazduhoplovnoj pilotskoj školi (kasnije JAT-ova Pilotska akademija) i kada sam doživeo tu počast da budemo na istom platnom spisku! Ponosim se time što je bio recenzent jedne od mojih prvih knjiga, a još više – što je baš meni davao na prvo iščitavanje obimna skripta iz meteorologije, koja je pripremao za nove generacije studenata.

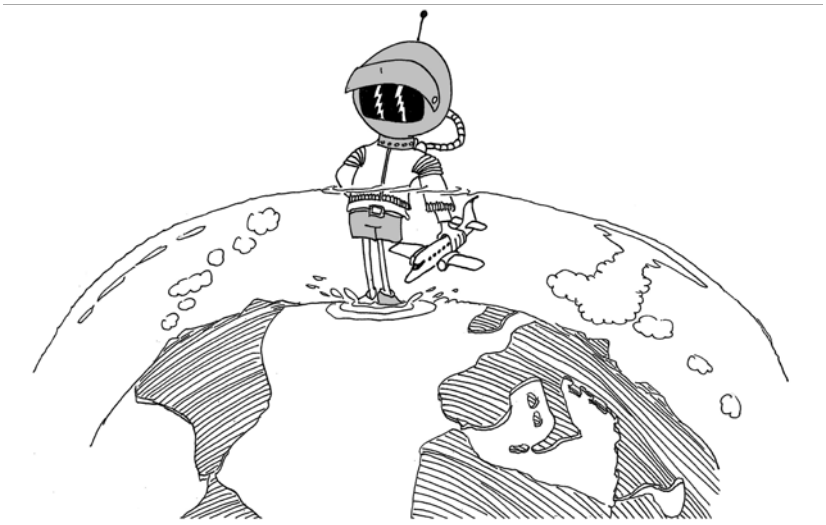
– Slušaj, ti ćeš da budeš moj naslednik! – govorio je od milošte. Trudio sam se da ga ne shvatim ozbiljno. Mislio sam: samo neko vickast kao on može mirno da izgovori tako apsurdnu rečenicu. Svejedno, potrudio sam se da, makar na ovaj način, deo njegovog znanja posluži kao skromna ostavština za budućnost. Vašu.

Nažalost, nije mnogo novih kiša, snegova i magli palo pošto je legao u postelju. Njegov dugogodišnji prijatelj i saborac, kako za školskom katedrom, tako i na veštačenjima nakon raznih avionskih udesa, Zlatko Vereš, redovno ga je obilazio. Posle svake bolničke posete vraćao se sve tužniji, dok jednog dana nije smrknuto procedio: „Žika je umro. Bio sam kraj njega."

I danas, pošto su protutnjale tolike decenije, povremeno prođem kolima beogradskom Čuburom i, uspinjući se Ulicom Maksima Gorkog ka „gradiću Pejtonu", bacim pogled ulevo na nekada neugledan limeni lokal, a sada dobro razrađeni kafić, sakriven od pogleda kolonom automobila parkiranih na trotoaru. Redovno se osmehnem, ponekad mahnem i rukom, sve u znak pozdrava nekadašnjoj kišomernoj stanici u koju je, pre povratka kući, svraćao Žika Meteorolog – diplomirani vazduhoplovni meteorolog Živojin Jovanović.

• • •

Kao što je on govorio, tako sada i ja kao papagaj ponavljam da vazduhoplovstvo, svakako više nego ijedan drugi vid saobraćaja, zavisi od meteoroloških prilika. I neprilika. Atmosfera kojom smo okruženi pokazuje bezbroj ćudi koje, na sreću, ipak podležu izvesnim zakonitostima. Pilot mora da poznaje suštinu atmosferskih procesa koji, ponekad, otežavaju ili onemogućavaju poletanje i sletanje aviona, neplanirano produžavaju let radi zaobilaženja područja s opasnim meteorološkim pojavama, a katkad mogu da budu i uzrok udesa aviona.



Prognostičari su tu da olakšaju pilotu donošenje odluke poleteti ili ne kada treba da se upute ka udaljenoj destinaciji čije je nebo trenutno sve, samo ne gostoljubivo. Ako let do takvog aerodroma traje više sati, lepo je znati hoće li se tamošnje vremenske prilike u međuvremenu značajno popraviti. Ako je prognoza dobra, red letenja će ostati neporemećen, putnici će biti zadovoljni, a posada se neće iscrpljivati neizvesnim čekanjem na aerodromu poletanja.

Problem sa meteorološkim prognozama je u tome što nikada nisu stoprocentno tačne, a ko zna da li će ikada i biti. Najbolji, najiskusniji (i najiskreniji!) meteorolozi priznaju da je procenat tačnosti bilo koje prognoze najviše 49 odsto. Čak ni minimalne „parlamentarne većine" ne mogu da se dokopaju! Dugoročne prognoze sa takvom klimavom pouzdanošću sežu u budućnost od najviše nedelju dana – i tu je kraj. To pokazuje da je priroda, a u ovom slučaju Zemljina atmosfera, toliko nepredvidiva, bolje reći ćudljiva, da ni stotine hiljada računara udruženih u praćenju vremenskih pojava na apsolutno svim tačkama naše planete ne mogu da dosegnu ni deo onog poverenja koje uživaju čak i neki nabeđeni proroci poput Tarabića i Nostradamusa!

• • •

Atmosfera – gasoviti omotač kojim je Zemlja okružena – rotira sa Zemljom oko njene ose, s njom opisuje putanju oko Sunca, ali se istovremeno i sama kreće u odnosu na Zemljinu površinu. To je takozvana atmosferska cirkulacija, zahvaljujući kojoj se velike količine vazduha kreću meridionalno (sever–jug) i zonalno (zapad–istok, istok–zapad).

PODELA I SASTAV ATMOSFERE

Geofizičari su atmosferu podelili na četiri sloja: troposferu, stratosferu, jonosferu i egzosferu.

Većina aviona se kreće u najnižem sloju, **troposferi**. Zbog brzine obrtanja Zemlje oko vlastite ose debljina troposfere je najveća na ekvatoru, gde se pruža do visine od 16 do 18 km. U umerenim geografskim širinama ta visina iznosi 10 do 12 km, a iznad polova je najmanja – 6 do 8 km. Meteorolozima i letačima troposfera je interesantna zbog toga što je najnepostojaniji sloj Zemljine atmosfere. U njoj je koncentrisan najveći procenat vodene pare i jezgara kondenzacije, pa je, zbog horizontalnih, vertikalnih i kosih kretanja vazduha i neposrednog uticaja Zemljine površine na njegovu temperaturu najveći broj vremenskih pojava vezan baš za troposferu. Prelazni sloj između troposfere i stratosfere zove se **tropopauza** i debljine je između jednog i tri kilometra, što zavisi od godišnjeg doba. Tropopauza je istovremeno i gornja granica razvoja grmljavinskih oblaka, kao svojevrstan inverzno-izotermni sloj u kojem prestaju usponi kretanja vazduha iz nižih slojeva atmosfere.

Stratosfera počinje iznad tropopauze i prostire se do visine od oko 80 km. Od gornje granice tropopauze, pa do visine od 25 km, temperatura vazduha se ne menja s visinom. Posle toga ponovo opada. U stratosferi ima veoma malo vodene pare, pa se u njoj ne stvaraju oblaci s padavinama. Tek ponekad se pojavljuju tzv. sedefasti oblaci. Ovde preovlađuju horizontalna kretanja vazduha, pa je onomad iznad Japana izmerena brzina vetra s udarima i do 330 m/s – a to je već brzina zvuka!

Jonosfera se sastoji od velike količine jonizovanih molekula i elektrona. Za vazduhoplovce nije preterano zanimljiva, ali je zbog velike elektroprovodljivosti i te kako značajna za radiofoniju. Baš u ovim slojevima pojavljuje se i polarna svetlost, ponekad i do visine od 120 km.

Najviši sloj, **egzosfera,** nema precizno određenu gornju granicu. U njoj se i ono malo preostalilh molekula vazduha otrže dejstvu Zemljine teže i odlazi u međuplanetarni prostor. Zbog toga se ovaj sloj naziva još i *sfera bežećih gasova*.

OSOBINE VAZDUHA

Potpuno suv vazduh sastoji se od 78% azota, 21% kiseonika, 0,9% argona, a ostatak pripada ugljen-dioksidu, neonu, kriptonu, helijumu, vodoniku, ksenonu, radonu i ozonu. Međutim, 4–5% ukupne zapremine vazduha u prizemnim slojevima atmosfere otpada i na vodenu paru, čija se količina menja u vremenu i prostoru. Ta četiri naizgled skromna procenta vodene pare dovoljna su da ne oskudevamo ni u maglama, ni u oblacima, ni u padavinama najrazličitijih vrsta. Zrnca peska, prašine i čestice industrijskog sagorevanja, koje takođe lebde u vazduhu, predstavljaju idealna jezgra kondenzacije u procesu stvaranja oblaka, pa tako igraju veoma važnu ulogu u formiranju klimatskih osobenosti pojedinih regiona na Zemlji.

Temperatura vazduha po pravilu opada s visinom. Uzrok tome je dijatermalna osobina vazduha: naime, vazduh se ne zagreva pod direktnim uticajem sunčevog zračenja, već posredno, od toplote koju zrači površina Zemlje. Na našim (umerenim) geografskim širinama temperatura vazduha prosečno opada za 6°C na svakih hiljadu metara visine ili 0,6°C na svakih sto metara. Vrednost za koju temperatura vazduha opada na svakih sto metara visine zove se *vertikalni termički gradijent*.

Elem, kada je vertikalni termički gradijent *manji od 1°C* na sto metara, atmosfera je *stabilna*. Stabilna atmosfera pogoduje pojavi magle i slojaste oblačnosti. No, ukoliko je vertikalni termički gradijent *veći od 1°C* na svakih sto metara visine, atmosfera postaje *nestabilna* zato što je ovaj nagli pad temperature s porastom visine pravi „lift" za mase toplog i vlažnog vazduha. One se brzo penju i naglo i burno kondenzuju, pa u nestabilnoj atmosferi treba očekivati grrrrmljavinske oblake i nepovoljne uslove za let.

Danju s povećanjem visine temperatura vazduha opada. Međutim, u toku vedrih noći odvija se obrnut proces: pošto se, sa hlađenjem Zemljine površine, najpre hlade prizemni slojevi vazduha, temperatura vazduha do određene visine raste, da bi tek onda počela da opada. Ova pojava naziva se **inverzija temperature**, a sloj vazduha u kojem se ona povišava – inverzioni sloj. Prizemna inverzija pogoduje stvaranju magli zato što se vlažan i ohlađen vazduh kondenzuje tik iznad površine Zemlje.

S druge strane, moguća je i pojava pri kojoj temperatura vazduha do izvesne visine

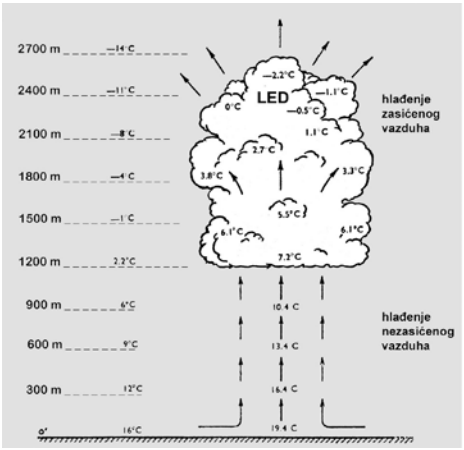
najpre opada, zatim se u narednom sloju ne menja, da bi nakon toga ponovo nastavila da se snižava. Tu je reč o **izotermiji** – prelaznom i kratkotrajnom stanju atmosfere, kada se temperatura vazduha uopšte ne menja s visinom. Izotermija nije karakteristična za troposferu, već za stratosferu. Ali ponekad se javlja i u nižim slojevima zahvaljujući „jezerima hladnog vazduha", koja se noću stvaraju u prostranim kotlinama i dolinama, prilikom spuštanja hladnog vazduha niz okružujuće planinske obronke.

Gustina vazduha je veoma važan element za vazduhoplovstvo jer utiče na tačnost pokazivanja brzine aviona, na vuču i uzgon. U proseku se smanjuje za po jedan procenat na svaki kilometar visine. Gustina vazduha se smanjuje sa porastom temperature i s opadanjem vazdušnog pritiska. Takođe zavisi i od vodene pare: gustina suvog vazduha je veća od gustine vlažnog.

Vlažnost vazduha zavisi od količine vodene pare koju sadrži. Vodena para uvek postoji, pa apsolutno nema suvog vazduha. Nećete verovati, čak ni iznad Sahare! Najviše vodene pare ima iznad velikih i zagrejanih vodenih površina. Količina vodene pare koju vazduh može da primi zavisi od njegove temperature. Topao vazduh je u stanju da apsorbuje mnogo više vodene pare od hladnog. Prema tome, ako se topao i vlažan vazduh, koji još nije apsorbovao maksimalno moguću količinu vodene pare, ravnomerno hladi – na određenoj temperaturi će svakako postati zasićen. Daljim hlađenjem vodena para će početi da se kondenzuje u vodene kapi… i, eto nam oblaka. Stepen zasićenosti vazduha vodenom parom pri određenoj temperaturi predstavlja njegovu **relativnu vlažnost** i izražava se u procentima. Temperatura na kojoj vazduh postaje zasićen vlagom zove se **temperatura tačke rose** ili, kraće, **tačka rose** *(dew point)*. Kada se temperatura vazduha izjednači s temperaturom tačke rose, nastupa kondenzacija.

Do kondenzacije može doći na dva načina: povećanjem vlažnosti vazduha ili snižavanjem njegove temperature. Poznato je da se topao vazduh, kao specifično lakši, kreće uvis, a upražnjeno mesto zauzima padajući hladan vazduh, kao specifično teži. U toku uzlaznog kretanja topao vazduh dolazi u slojeve atmosfere u kojima su i pritisak i gustina manji. Poput dečjeg balona, zapremina te penjuće mase vazduha se povećava, sabijajući pritom okolni vazduh. Pošto prilikom širenja penjuća masa vazduha troši svoju unutrašnju energiju, pada i njena temperatura. Tako se vazduh *adijabatski hladi*, što, drugim rečima, znači da ne razmenjuje toplotu s okolinom.

Istovremeno masa hladnog vazduha, koji pada naniže, trpi pritisak i počinje da se *adijabatski zagreva* – takođe bez ikakve razmene toplote s okolinom. (Da li ste ikada zapazili kako cilindar pumpe za bicikl postaje vruć za vreme brzog i snažnog pumpanja? To se događa takođe zbog adijabatskog zagrevanja vazduha, koji unutar cilindra trpi snažne pritiske klipa.)



Ako, na primer (pogledaj sliku), temperatura vlažnog i toplog vazduha tik uz površinu zemlje isnosi 19°C, a tačka rose 7°C, da bi došlo do konenzacije temperatura vazduha treba da se snizi za 12°C. Pošto temperatura nezasićenog vazduha opada po suvoj adijabati (za 1°C na svakih 100 metara), znači da će tačka rose biti na visini od 1200 metara. Tu počinje da se stvara oblak. U daljem penjanju temperatura oblaka opada po vlažnoj adijabati (za 0,6°C na svakih 100 metara). Napomena: oznake za temperaturu u vertikalnoj koloni na levoj strani crteža predstavljaju vrednosti vertikalnog termičkog gradijenta u standardnoj atmosferi, po kojem temperatura vazduha opada za 0,65°C na svakih sto metara visine.

Kondenzacija vlažne mase vazduha

Ako onaj penjući vazduh sadrži nešto vodene pare, adijabatskim hlađenjem postaje sve zasićeniji. Kada se ohladi do temperature tačke rose, počinje kondenzacija u vidu oblaka. Sve dok tokom kretanja uvis vazduh ne postane zasićen, hladiće se za po 1°C na svakih sto metara, a to je brže nego u uslovima standardne atmosfere, kada se hladi tempom od 0,6°C za istu promenu visine. Taj 1°C na svakih sto metara je, inače, vrednost tzv. **SUVOG ADIJABATSKOG GRADIJENTA**.

Dobro, šta je onda (i koliki je) vlažni adijabatski gradijent?

Čim dostigne temperaturu tačke rose i počne da se kondenzuje, penjuća masa vazduha nastavlja da se hladi, ali nešto sporijim tempom zbog oslobađanja latentne energije neophodne za kondenzaciju. Vodene kapi koje se dalje kreću uvis sada se hlade za uobičajenih 6°C na svakih hiljadu metara, odnosno za 0,6°C na svakih sto metara visine. To je vrednost **VLAŽNOG ADIJABATSKOG GRADIJENTA**.

Suvi i vlažni adijabatski gradijent uvek imaju tačnu i nepromenljivu vrednost. Za razliku od njih, nešto ranije pomenuti vertikalni termički gradijent (čija se vrednost dobija radio-sondažnim merenjima) varira od slučaja do slučaja. Njegov odnos prema suvom i vlažnom adijabatskom gradijentu određuje *stratifikaciju* (stabilnost) atmosfere.

Ukoliko je vertikalni gradijent temperature vazduha *manji* od suvog adijabatskog gradijenta, atmosfera je **STABILNA**. To znači da ne postoji mogućnost za ekspanzivno kretanje vazdušnih masa uvis, pa nema ni grmljavinskih oblaka, niti turbulencije i let je veoma prijatan. Međutim, sletanje i poletanje su otežani zbog mogućih magli i niske, slojaste oblačnosti.

U slučaju da je vertikalni termički gradijent *veći* od suvog adijabatskog gradijenta, atmosfera je **NESTABILNA**. Tada se topao i vlažan vazduh (a posle kondenzacije i

oblak) veoma brzo kreće uvis zato što je na svakom nivou mnogo topliji i lakši od okolne sredine. To kretanje traje sve dok se temperatura u oblaku ne izjednači s temperaturom okolnog vazduha – ponekad čak do tropopauze! Uslovi za let su neprijatni zbog grmljavinskih oblaka, turbulencije („bacakanja" aviona), zaleđivanja i gràda. Ovakve situacije česte su u našim krajevima tokom proleća i ranog leta.

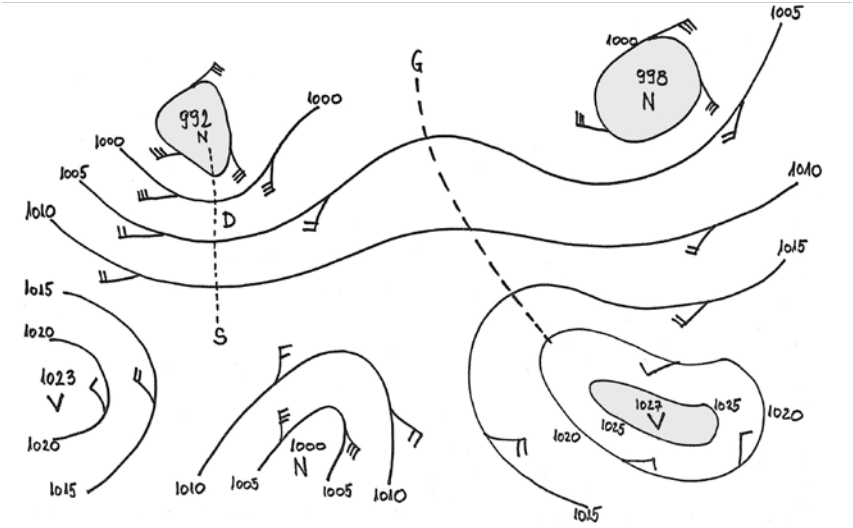
Atmosfera može da bude i u **INDIFERENTNOM STANJU**. Uslov je da vertikalni gradijent temperature vazduha i suvi adijabetski gradijent budu *približno jednaki*. Molekul vazduha koji se kreće uvis imaće na svakom nivou u atmosferi jednaku temperaturu kao i okružujuća sredina, pa je ovde pre reč o „uslovnoj" stabilnosti. To znači da je nezasićeni vazduh stabilan, dok je zasićeni nestabilan.

Atmosfera je **APSOLUTNO STABILNA** kada je vertikalni gradijent temperature vazduha manji od 0,6° na svakih sto metara visine.

U **APSOLUTNO NESTABILNOJ** atmosferi taj gradijent je veći od 1°C, a kod **VEOMA NESTABILNE** atmosfere (čuvajte se!) vertikalni termički gradijent može da bude čak i veći od 3°C na svakih sto metara!

VAZDUŠNI PRITISAK

Vazdušni pritisak je sila kojom vazdušni stub, prostirući se od tla do vrha atmosfere, pritiska jediničnu površinu. Standardni vazdušni pritisak meri se na nivou mora, pri temperaturi od 15°C. Tamo je njegova srednja vrednost približno 1.013 mbar (odnosno hPa).

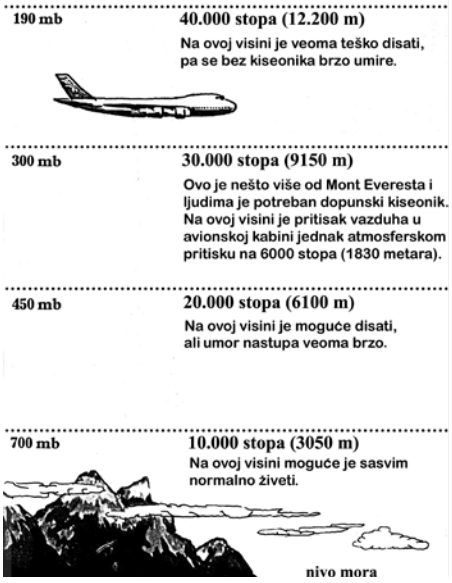


Sistem vazdušnih pritisaka prikazan na meteorološkoj karti značajnog vremena

Meteorološke karte, između ostalog, sadrže i podatke o vrednosti vazdušnog pritiska u pojedinim oblastima. Na takvim kartama određene tačke se, umesto imenima, obeležavaju brojevima. Svaki broj označava meteorološku stanicu i vrednosti izmerenog vazdušnog pritiska. Linije koje povezuju mesta s jednakim vazdušnim pritiskom nazivaju se *izobare*. Tako dobijamo sliku zatvorenih koncentričnih linija nepravilnog oblika. Izobare su međusobno razdvojene razlikom pritisaka od po 5 mbar. Ukoliko se, idući od periferije ka centru ovog sistema koncentričnih linija vrednost pritisaka smanjuje, tada je u centru polje niskog vazdušnog pritiska (N), ili **CIKLONSKA AKTIVNOST**. Najveće brzine vetra su u centru ciklona. U obrnutom slučaju, kada se pritisak povišava idući od periferije ka centru, dobija se sistem visokog vazdušnog pritiska (V), ili **ANTICIKLON**. Brzina vetra najmanja je u centru anticklona, a ka periferiji se povećava.

Barička dolina (D) predstavlja produženu zonu niskog vazdušnog pritiska, s nezatvorenim izobarama. *Barički greben* (G) produžena je oblast visokog vazdušnog pritiska, takođe s nezatvorenim izobarama. *Sedlo* (S) predstavlja neutralnu oblast, koja se nalazi između dva sistema niskog i dva sistema visokog vazdušnog pritiska.

Prema vrednostima Međunarodne standardne atmosfere (MSA), čije smo norme već upoznali, svakoj visini odgovara određeni vazdušni pritisak, pa tako i svakoj vrednosti vazdušnog pritiska odgovara stalna visina. Vrednostima *milibarskih površina* u idealnim uslovima odgovaraju sledeće visine:

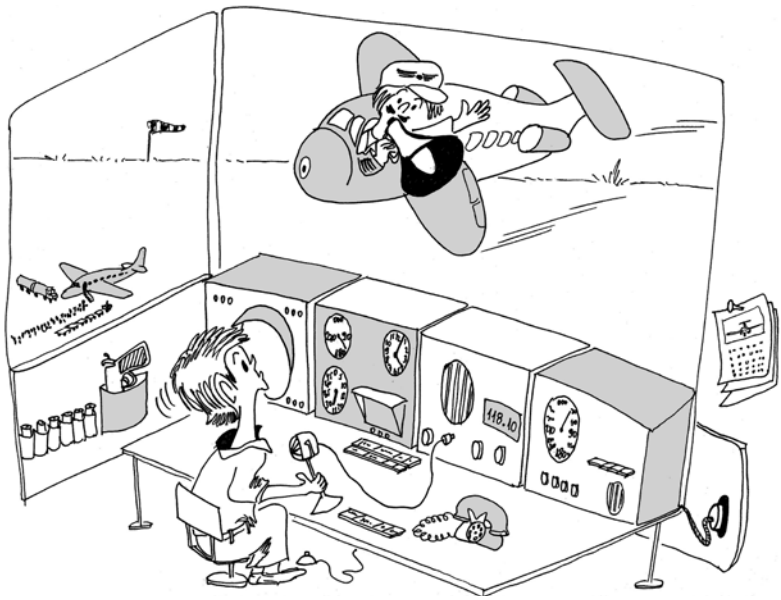


1.000 mbar	površina na približno	112 m
850 mbar	površina na približno	1.500 m
700 mbar	površina na približno	3.012 m
500 mbar	površina na približno	5.574 m
300 mbar	površina na približno	9.164 m
200 mbar	površina na približno	11.400 m
100 mbar	površina na približno	16.180 m

U idealnim uslovima izobarske površine bi bile paralelne u odnosu na zemlju. U praksi, ove površine obično nisu paralelne, nego su izvijene: u hladnom vazduhu će svaka od izobarskih površina biti na nižoj, a u toplom na većoj visini.

Pred poletanje pilot odlazi u aerodromski meteorološki centar radi brifinga – provere vremena i konsultacije s metorologom – i uzimanja meteorološke dokumentacije za let. Dežurni meteorolog je

READY FOR PUSH, BLACK!



Nebom krstari šarenoliko društvo najrazličitijih tipova aviona, lakih i teških, jednomotornih i višemotornih. Njima upravljaju stotine hiljada pilota amatera i pilota profesionalaca. Vazdušne koridore presecaju privatni, sportski, poslovni, kompanijski i vojni vazduhoplovi. A većina njih, redovno ili povremeno, preleće i nacionalne međe.

Iako po nacionalnoj pripadnosti heterogena, ova svetska flota u operativnom pogledu besprekorno funkcioniše zahvaljujući zajedničkim propisima i postupcima, proklamovanim u nizu dokumenata Međunarodne organizacije civilnog vazdušnog saobraćaja ICAO (*International Civil Aviation Organization*). Svemu ovome neproce-

njivu pomoć pruža služba kontrole letenja, koja čini vitalnu kariku u svetskom lancu bezbednog vođenja vazduhoplova.

Od pilota i kontrolora se, između ostalog, zahteva i odlično poznavanje pravila i propisa letenja i sposobnost preciznog, ekspeditivnog i nedvosmislenog sporazumevanja putem radio-veze. U skladu sa ICAO preporukama i ustaljenom praksom, međunarodni jezik vazduhoplovaca je engleski. On omogućava da vazduhoplovci, bez obzira na različite maternje jezike, nesmetano komuniciraju između sebe.

Održavanje radio-veze. Pored toga što se koristi u održavanju veze između organa kontrole letenja, engleski jezik se koristi i za komunikaciju između posade u avionu i kontrolora letenja na zemlji. To nije samo engleski jezik već specijalni engleski jezik koji je ponekad i samim Englezima teško razumljiv. Zove se **radio-telefonska frazeologija** (*Radio-Telephony Phraseology*). Ono „frazeologija" stoji zato što je sastavljen od posebno izabranih reči, organizovanih u unapred pripremljene fraze.

Ovaj jezik sadrži određene idiome, a to znači reči koje imaju svoje posebno značenje, poput ROGER („razumeo sam vas!"), CONFIRM („potvrdite"), AFFIRM („potvrđujem"), OVER („očekujem odgovor"), MAYDAY („u opasnosti sam") i tako dalje. Specifično je zamišljen ponajviše zato da informacije budu što kraće i da se izbegne svaka mogućnost pogrešnog razumevanja poruke.

Propisan je i način spelovanja svih slova abecede, pa se pri odašiljanju ličnih imena, skraćenih naziva raznih službi, pozivnih znakova vazduhoplova i zemaljskih stanica, kao i teže razumljivih reči, u radio-telefoniji koristi takozvana ICAO abeceda za spelovanje, u kojoj svako slovo ima određeno ime.

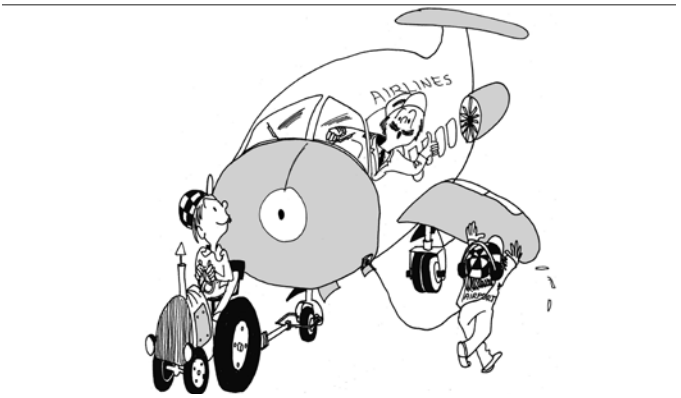
Slovo **A** izgovaramo kao *alfa*, **B** kao *bravo*, **C** kao *čarli*, **D** (*delta*), **E** (*eko*), **F** (*fokstrot*), **G** (*golf*), **H** (*hotel*), **I** (*india*), **J** (*džuliet*), **K** (*kilo*), **L** (*lima*), **M** (*majk*), **N** (*november*), **O** (*oskar*), **P** (*papa*),**Q** (*kvebek*), **R** (*romeo*), **S** (*siera*), **T** (*tango*), **U** (*juniform*), **V** (*viktor*), **W** (*viski*), **X** (*eks-rej*), **Y** (*jenki*) i **Z** (*zulu*).

Svaka poruka mora da počne pozivnim znakom onoga kome se pilot obraća, a iza toga sledi pozivni znak onoga ko zove. Poruke se moraju izgovarati jasno i glasno. Učesnik u konverzaciji koji nije dobro razumeo sagovornika obavezan je da zahteva ponavljanje poruke jer bilo kakav nesporazum može da izazove ozbiljne posledice!

Poruka nema svrhe ukoliko nije razumljiva. Svaki nesporazum može da bude fatalan u letenju. To je razlog što se u komunikaciji između aviona i kontrole letenja primenjuje baš takav, specijalan jezik: racionalan, ekonomičan i redukovan do krajnjih dopustivih granica.

Let me know that you have received and understood this message („Potvrdite da ste primili i razumeli poruku"), jedna je od nekoliko stotina fraza koje se koriste u radio-

-telefonskim postupcima i, istovremeno, jedna od stavki razgovora između kontrolora i pilota u različitim situacijama u letu ili na zemlji.



Događa se da i tu neka strana bezazleno omane zbog žurbe, nepažnje ili preterane ležernosti. Tako je u svakodnevnu nastavu frazeologije po našim pilotskim školama ušla i davnašnja zgoda jednog našeg kapetana.

…Nakon utovara putnika i robe na londonskom aerodromu posada je kompletno proverila kabinu po ček-listi. Pre startovanja motora, trebalo je samo još traktorom odvući avion na bezbednu udaljenost od pristanišne zgrade. Ruda je zakačena, a poslednja reč je kapetanova. On treba poslužiocima na stajanci da javi:

Ready for push-back! (spreman za povlačenje).

Kapetan je otvorio prozor kokpita, nonšalantno izbacio ruku i iz sveg glasa doviknuo:

Ready for push BLACK!, to jest: „Spreman za gurku, mrkonjo!"

To je unelo neopisivo veselje među zemaljskim osobljem mada tamnoputi poslužilac aviona baš i nije bio presrećan. Kasnije, kad god bi sletao na ovaj aerodrom, traktoristi su uzvikivali:

„Hej, bojs, eno stiže Bleki!"

Nije veselo samo na zemlji, veselja ima i u vazduhu. Ponekad. Elementi sitkoma, komedije situacije, često provejavaju u komunikaciji između pilota i kontrolora.

Kontrolor: *BA 587, leave FL 370 and descent level 130 to be level in three minutes. Are you able to do it?* („Britiš ervejz 587, napustite nivo leta 370 i ponirite do nivoa 130 tako da budete na njemu za tri minuta. Možete li to? ")

Pilot: *Yes, we are able, but we don't think we could bring the airplane with us!* („Možemo, ali nisam siguran da ćemo ga dostići zajedno s avionom!")

Bukvalna interpretacija reči odaslanih u etar može da bude još zabavnija.

Kontrolor: *JAT 702, what is your position and height?* („JAT 702, gde ste i koja vam je visina? ")

Pilot: *In the cockpit, six feet!* („U kabini, metar i osamdeset!")

Situacija može da postane zabavna čak i bez stvarne namere ionako je, ruku na srce, pilotska profesija jedna od onih čije pripadnike bije glas da su vickasti. Tome obično kumuju mala nepažnja ili isto takva rasejanost. Poznajem JAT-ovog kapetana iz stare garde koji se tri puna minuta obraćao putnicima živopisno opisujući let, uz pregršt informacija o avionu, posadi i prednostima putovanja vazduhom. Kada je konačno otpustio dugme mikrofona, začuo se glas kontrolora:

„Kapetane, uživali smo slušajući vas. Bilo je zanimljivo, pa vas molim da isto to ponovite i putnicima! Samo, molim vas, prebacite prekidač u položaj dva."

Sličan laki „blam" doživeo sam i sâm, i to nakon jednog sletanja u Beograd. Pošto smo dodirnuli pistu, dohvatio sam mikrofon i u jednominutnoj tiradi zahvalio putnicima na ukazanom poverenju u ime posade i svoje ime i počastio ih punom šakom informacija o meteorološkim prilikama i prognozi za nastavak dana. Pošto sam pobedonosno zaključio priču, kontrolor sa tornja trpeljivo se nadovezao:

„Hvala, kapetane, mada već to i sami znamo. A sada nam recite gde nameravate da parkirate avion?"

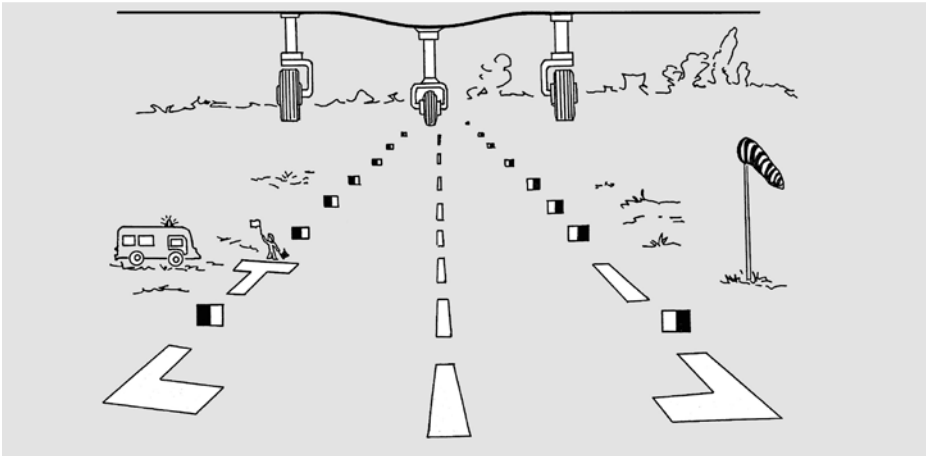
Složićete se da ovakvo nehotično blokiranje zajedničke frekvencije nije ni zabavno ni preporučljivo. Možda je baš u tom trenutku neki avion u nevolji, pa mu je potrebna hitna asistencija kontrole letenja, ili, ako ste na zemlji, možda drugi avion u kratkom finalu nervozno očekuje odobrenje za sletanje, znajući da bez izričite dozvole s tornja ni i u snu ne sme da sleti na svoju ruku!

Uz važeće napomene da radio-komunikacija podrazumeva bonton koji pilota obavezuje da govori jasno i razgovetno, da ne prekida već započetu konverzaciju između drugog aviona i kontrole letenja, da u porukama bude jasan i koncizan, da se ne javlja bez potrebe, a rečenicu započne tek onda kada je uključio predaju pritiskom na taster svog mikrofona (a ne istovremeno!), pozabavićemo se samo sa nekoliko desetina fraza koje se najčešće upotrebljavaju u standardnim radio-telefonskim postupcima. Ostalih ćemo se odreći jer ovo poglavlje nema ambiciju da postane udžbenik frazeologije. Za to su potrebni dodatni tabaci hartije, istrajna višenedeljna nastava i – profesor engleskog jezika, specijalizovan za vazduhoplovnu frazeologiju!

ACKNOWLEDGE znači: potvrdite (umesto epske rečenice: „Javite mi da ste primili i razumeli poruku")

3.
Avion u školskom krugu

ČETIRI ZAOKRETA NA PET STRANA SVETA

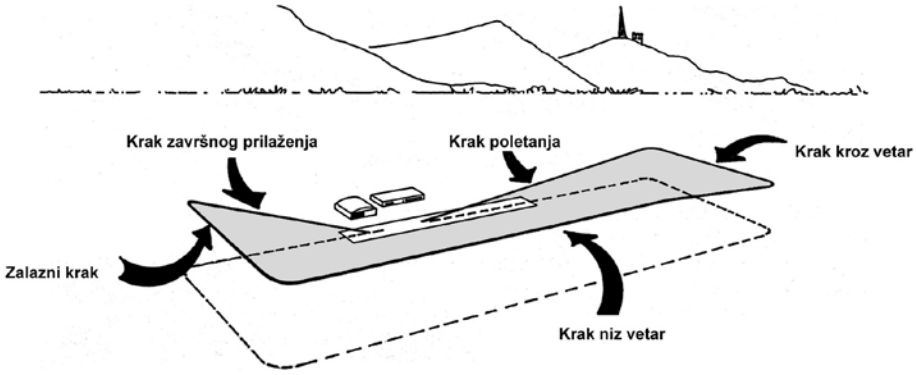


Ovaj naslov ima smisla jer nije posledica ni geografske zavrzlame, ni čudnovate teorija geomagnetizma. Jednostavno, formula „4 sa 5", koju smo pomenuli govoreći o klipnim motorima (četiri takta i pet ciklusa), važi i u slučaju školskog kruga – četiri zaokreta i pet krakova! Pošto smo obrazložili pesničku slobodu u naslovu, vratimo se početku priče…

Prvo paperje pilot dobija tek kada dokaže da je u stanju da uspešno poleti, da se penje, da leti horizontalno, da zaokreće, da ponire – i da sleti! Svi elementi jednog leta ukalupljeni su u vežbu zvanu let po školskom krugu. Pa i više od toga: školski krug određuje pravila dobrog ponašanja za sve avione koji doleću na neki aerodrom ili odleću s njega.

Disciplinovano pridržavanje školskog kruga omogućiće rukovodiocu letenja da bezbedno prati i razdvaja avione na poletanju, u vazduhu i na sletanju, a pilotu će pomoći da pravilno, efikasno i na vreme planira i obavi sve pripremne radnje u kokpitu i sve manevre u vazduhu.

Za svaki sportski aerodrom školski krug je zakon jer određuje proceduru kretanja aviona u neposrednoj blizini aerodroma, postupak odlaska ili prilaženja za sletanje. Školski je zato što se u njemu uče i usavršavaju osnovni manevri i režimi leta, kao i osnove aerodromskog bontona. Obavezno se izvodi na minimalnoj propisanoj visini, a ona je 300 m (1.000 stopa) iznad terena.



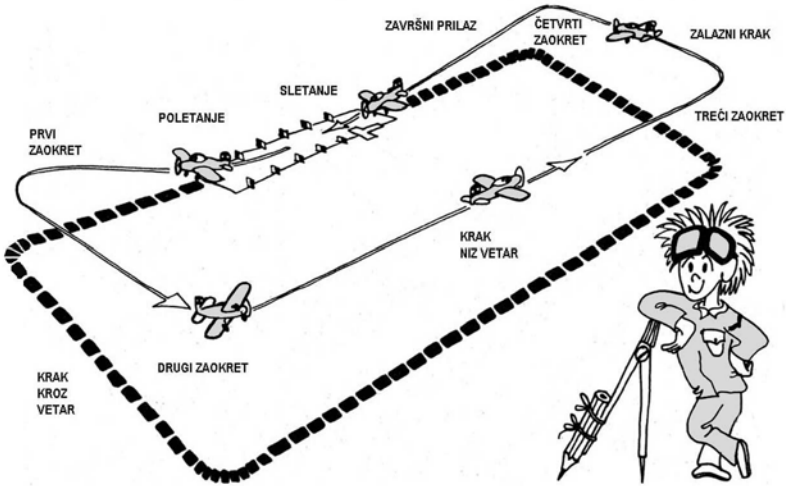
Segmenti školskog kruga (na slici je desni školski krug)

Odličan rad pre sletanja ne znači ništa ako i samo sletanje ne služi za primer. Ono je poslednje iskušenje, u nizu brojnih, koje pilot mora da savlada tokom leta. Sletanje, tako, kruniše let – ali, počesto u uslovima kada je pilot veoma umoran. To je razlog više što školski krug treba da bude lak, bezbedan i svuda primenljiv.

Školski krug bismo mogli da zamislimo kao pravougaonik iscrtan u vazduhu. Posmatrane u 3D vizuri, pojedine stranice ovog pravougaonika zauzimaju određeni ugao u odnosu na tlo: to su segmenti školskog kruga u kojima se avion penje ili ponire.

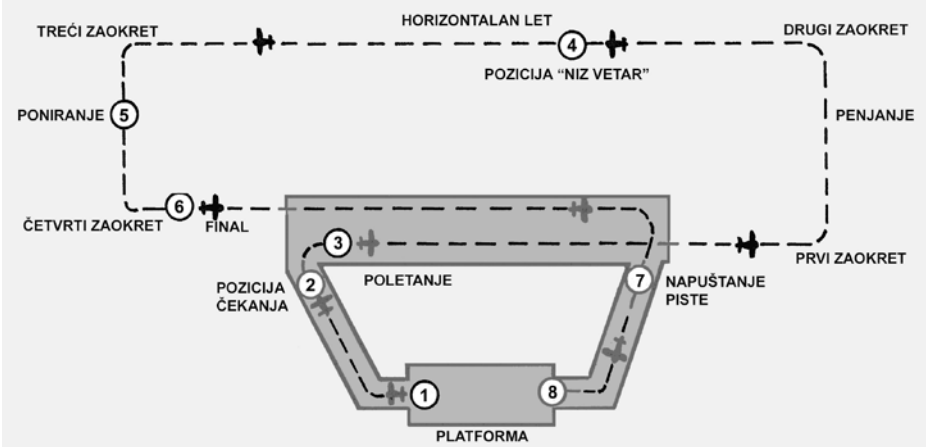
Prvi segment ili krak školskog kruga je penjući i zove se krak poletanja ili krak uz vetar (*take off leg* – ili *upwind leg*), drugi je takođe penjući, a zove se krak kroz

vetar (*crosswind leg*), treći je horizontalni – krak niz vetar (*downwind leg*), četvrti je spuštajući – zalazni krak (*base leg*) i poslednji, peti segment školskog kruga vodi nas na sletanje duž kraka završnog prilaženja (*final approach leg*). Tako se školski krug sastoji od pet krakova i četiri zaokreta.



Svi elementi školskog kruga

Pošto let počinje startovanjem motora, a završava se njegovim gašenjem, na skici našeg školskog kruga označili smo i obavezne tačke javljanja aerodromskoj kontroli letenja.



Obavezne tačke javljanja u školskom krugu

1. **Na platformi:** pilot proverava radio-vezu, obaveštava kontrolu letenja o predstojećem zadatku, traži podatke za poletanje i dozvolu za voženje.
   Avion: *Tower, this is YU-CCM, good morning. Radio check, please.*
   Toranj: *Good morning, CCM. Reading you five-by-five.*
   Avion: *Five-by-five also, CCM. We are ready for traffic pattern. Request take off data and taxi clearance.*
   Toranj: *CCM, taxi approved. Runway in use 01, QNH 1016. Report holding point.*
   Avion: *Runway in use 01, QNH 1016. Will report holding point, CCM.*

2. **Na liniji pripremnog starta (poziciji čekanja):** pilot javlja da je stigao na odobrenu tačku i, ukoliko je završio sve pripremne radnje, traži odobrenje za izlazak na pistu, tj. liniju poletanja.
   Avion: *Tower, CCM, holding 01. Request line-up.*
   Toranj: *Line-up and hold, CCM. Report ready for take off.*
   Avion: *Roger, line-up and hold. Will report ready for take off, CCM.*

3. **Na liniji poletanja (izvršnom startu):** pošto je obavio završne provere uoči poletanja, pilot javlja da je spreman za poletanje.
   Avion: *Tower, CCM, ready for take off.*
   Toranj: *CCM, cleared for take off. Wind from 360°, 5 knots. Report downwind position.*
   Avion: *Cleared for take off, CCM. Will report downwind.*

4. **Pozicija „niz vetar”:** na visini školskog kruga, bočno od slova „T” i u kursu suprotnom od kursa poletanja (znači, s vetrom „u leđa”, zbog čega se ovaj krak i zove krak niz vetar), pilot javlja poziciju i visinu.
   Avion: *Tower, CCM, downwind, one thousand feet.*
   Toranj: *CCM, report base leg for runway 01.*
   Avion: *Roger, will report base leg for 01, CCM.*

5. **Spuštajući (zalazni) krak, između trećeg i četvrog zaokreta:** pošto je izvršio sve pripreme za finalni prilaz, pilot javlja poziciju.
   Avion: *Tower, CCM, base leg.*
   Toranj: *CCM, continue approach and report final. You are number one for landing.*
   Avion: *Will report final, CCM.*

6. **U završnom prilaženju:** pošto je izvršio sve pripreme za predstojeće sletanje, pilot javlja da je u finalu.
   Avion: *Tower, CCM, final for runway 01.*
   Toranj: *CCM, cleared to land. Wind from 360°, 5 knots.*

Avion: *Cleared to land, CCM.*

7. **Napuštanje poletno-sletne staze:** pilot obaveštava kontrolu letenja da je pista slobodna.
   Avion: *Tower, CCM, runway vacated.*
   Toranj: *Thank you, CCM. Proceed to the apron.*
   Avion: *To the apron, CCM.*

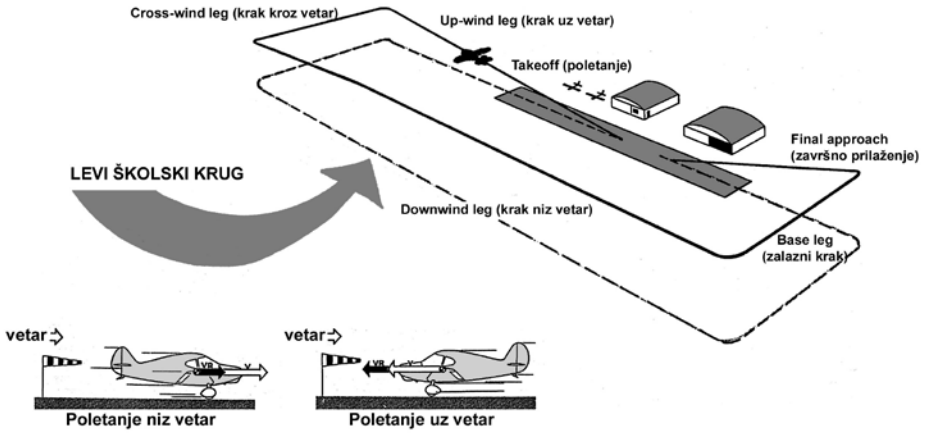
8. **Ponovo na platformi:** pilot obaveštava kontrolu da je stigao na stajanku i da isključuje radio-stanicu.
   Avion: *Tower, CCM, on the apron. Switching off. Thank you for cooperation, good bye.*
   Toranj: *Bye-bye, CCM.*

Sigurno ste primetili da pilot obavezno ponavlja svaku instrukciju kontrolora letenja. Ne ponavlja jedino informacije kao što su one o pravcu i brzini vetra, na primer.

A sada, obletimo zajedno jedan školski krug. Jer, tek siguran let po školskom krugu otvara vrata za nova i još uzbudljivija vazdušna putovanja…

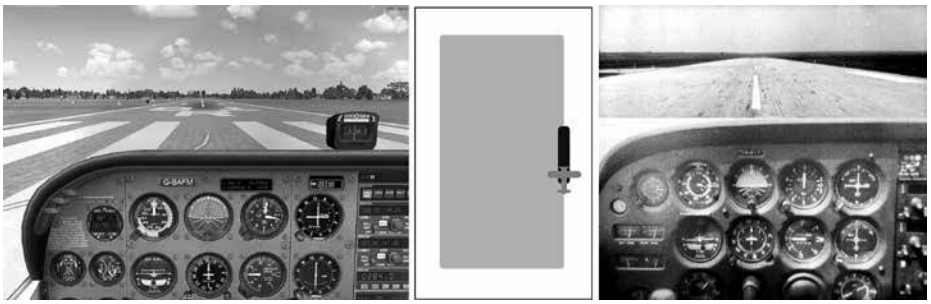
POLETANJE

S linije čekanja, u blagom luku, dolazimo na centralnu liniju piste, u visini slova „T" i 10–15 m bočno od njega. Veoma je važno da uzdužnu osu našeg aviona savršeno poravnamo sa smerom piste; to će nam olakšati održavanje pravca tokom zaleta. A poleće se, naravno, uvek uz vetar. To skraćuje stazu zatrčavanja aviona po zemlji. U obrnutom slučaju, s vetrom u leđa, avion bi mnogo sporije postigao neophodnu vazdušnu brzinu, pa bi i odlepljivanje od piste zahtevalo više vremena – i metara.



Vetar u poletanju i konstrukcija levog školskog kruga

Objašnjenje uz ovu i ilustracije koje slede: levo su snimci ekrana iz Majkrosoftovog Flight Simulatora X sa avionom cesna 172 postavljenim na aerodrom u Vršcu, u sredini je stilizovani crtež sa naznačenom pozicijom aviona u odnosu na pistu, a desno je isti ovaj let u stvarnim uslovima, snimljen iz kokpita cesne 172. Obratite pažnju na to da je na visinomeru virtuelnog aviona postavljen QNH pritisak, dok je na stvarnom avionu pritisak podešen na QFE vrednost, mada u primeru ovog leta po školskom krugu to nije od presudnog značaja.



NA LINIJI POLETANJA
Uzdužnu osu aviona poravnali smo sa centralnom linijom piste, a u daljini odabrali orijentir koji će nam olakšati održavanje pravca tokom zaleta i početnog penjanja.

Dobili smo odobrenje za poletanje. Ravnomerno pomeramo ručicu do punog gasa. Avion je krenuo, palica je u neutralnom položaju. Negde u daljini, u produžetku piste, pogledom biramo kakav uočljiv orijentir (kuću, drvo, salaš, šumarak), na koji ciljamo nosom aviona. Tako lakše uočavamo neželjeno skretanje s pravca prilikom **zaleta**. Pravac održavamo nožnim komandama.

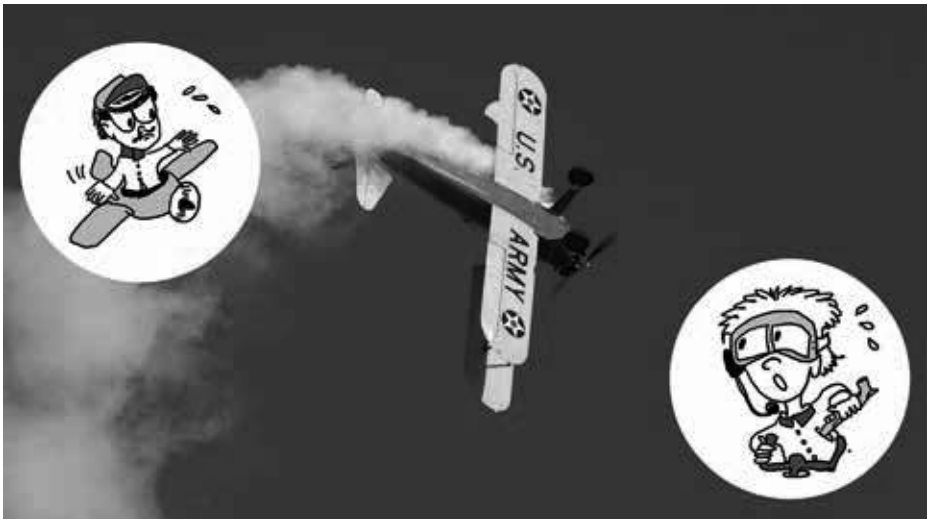


POLETANJE
Ravnomerno dodajemo pun gas, palica je u neutrali. Nožnim komandama sprečavamo eventualnu tendenciju aviona da skreće i čekamo brzinu za odlepljivanje od piste.

Brzina raste, o čemu nas savesno obaveštava brzinomer. Kada sa brzinom sila uzgona dostigne određenu vrednost, blisku težini aviona, ovaj tek ovlaš točkovima dodiruje zemlju. Dovoljan je tek laki pokret palice da bismo ga zarotirali oko poprečne ose i tako podigli nosni točak. Samo koji trenutak kasnije u vazduhu su i glavni točkovi. Avion je neosetno uzleteo. Isti onaj orijentir u produžetku piste služi nam i za održavanje početnog pravca tokom **uzleta**.

6.
Akrobatsko letenje

NEBO ISPOD NOGU, ZEMLJA IZNAD GLAVE



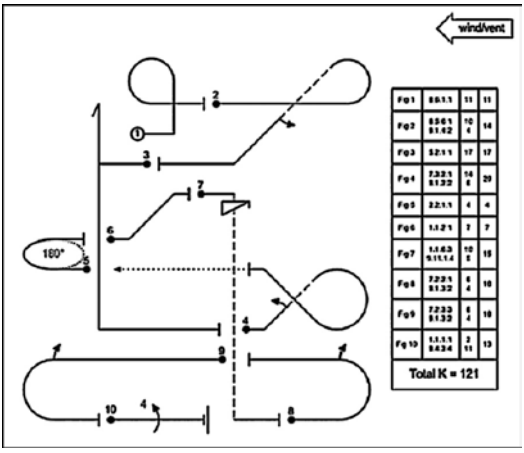
Najjednostavnije evolucije avionom počele su, praktično, već s prvim letovima. To su bili vrlo oprezni, blagi zaokreti. Kada se posle 1912. godine avion tehnički usavršio i postao čvršći, počeli su i složeniji manevri: oštri zaokreti i prevrtanja preko krila, da bi ubrzo bile pronađene i ostale figure „više pilotaže", odnosno vertikalnih evolucija. Na neke od njih bi se slučajno nabasalo kada bi pilot avionom nehotice upao u nepravilan položaj, a druge su se svesno smišljale i isprobavale, često s tragičnim posledicama.

Za pilota nije ništa lepše od osećaja slobode u prostoru i sposobnosti da uvede avion u bilo koji položaj, a da sve to za njega bude normalno, bez obzira na to da li leti s

glavom nadole ili nagore, da li se vertikalno penje ili strmo obrušava. Mnogi piloti su nastradali upravo zato što nisu bili kadri ili nisu naučili da se tako osećaju, a katkad nisu ni verovali da se avion iz nekog nepravilnog položaja (kao što je kovit, koji je dugo predstavljao pravi bauk!) može vratiti u normalan. U stvari, bilo je moguće, i to vrlo lako, ponovo preuzeti kontrolu nad avionom. Trebalo je samo naučiti.

U godinama Prvog svetskog rata, kada su se rasplamsale žestoke vazdušne borbe, piloti su se služili svim mogućim sredstvima da izbegnu progonitelja ili pak da dođu u povoljan položaj za otvaranje vatre na protivnički avion. Tako su nastale brojne kombinacije više osnovnih akrobacija ili delova pojedinih figura spojenih u jednu. Takve kombinacije uvek su sadržavale nagle promene smera i visine leta, uz najbrži mogući okret za određeni ugao do, zaključno, 360°.

Na bogatim ratnim iskustvima razvilo se, između dva svetska rata, takozvano *više figurno letenje* (viša pilotaža), gde piloti bez prestanka prelaze iz jedne figure u drugu, sve dok ne izvedu čitav komplet. Ono je i danas centralna tačka vazduhoplovnih mitinga i zasebna disciplina na sportskim takmičenjima koja zaustavlja dah hiljadama gledalaca. Pošto u jednom dahu izvode i po dvadesetak različitih figura, piloti akrobate se u takvim prilikama služe i posebnim podsetnikom: listom hartije na kojem su iscrtane sve najavljene figure u vidu specijalnih simbola, poređanih po redosledu izvođenja. To su „note" njihove majstorske partiture. U teorijskoj pripremi za akrobatsko letenje posebno se izučava ova aerokriptografija (zvana aresti), koju je svojevremeno patentirao poznati pilot akrobata Aresti.



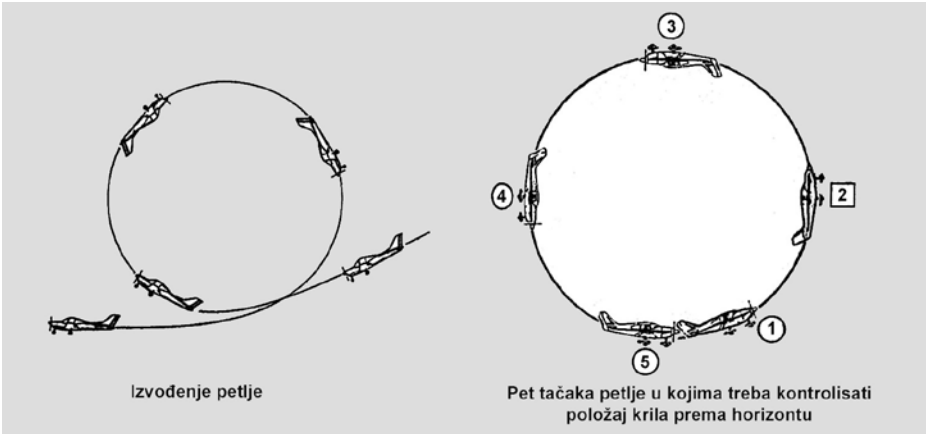
Ovako izgleda dijagram po kojem pilot prati redosled i način izvođenja svojih akrobatskih manevara. Ovaj univerzalni akrobatski „jezik" razvio je španski akrobatski as Hoze Luis Aresti.

Figurno letenje može da bude atraktivan, ali i važan segment i u osnovnoj obuci učenika. Kroz ovu vrstu letenja učenik najpotpunije upoznaje letačka i manevarska

svojstva aviona. Postaje sigurniji u tehnici pilotiranja, stiče pouzdaniji osećaj orijentacije u prostoru, odlučnost i sigurnost u upravljanju.

Nekoliko prostih i razumnih pravila nalaže da uvek budemo udaljeni od kontrolisanog vazdušnog prostora kojim leti komercijalna avijacija, da vežbamo iznad otvorenih i nenaseljenih terena, što dalje od oblaka i na visini koja garantuje sigurnost – za početak, bar na 1.000 m iznad tla. Tako ćemo imati dovoljno vremena da popravimo stvar ukoliko nešto krene naopako – a budite uvereni da će se to dogoditi, pre ili kasnije!

Da bi započeo akrobatsko letenje s instruktorom, učenik prethodno mora da ispuni sve ostale uslove koji se traže za dozvolu sportskog, odnosno privatnog pilota i da ima bar nekoliko desetina sati samostalnog letenja avionom. U ovoj fazi obuke uvežbavaju se samo osnovne akrobacije, a to su: *petlja, valjak, imelman, returneman, ranversman* i *vertikalna osmica*. Radi se o evolucijama u kojima nema negativnih opterećenja, a ako se i pojave (kao u valjku), ona su veoma slabo izražena.



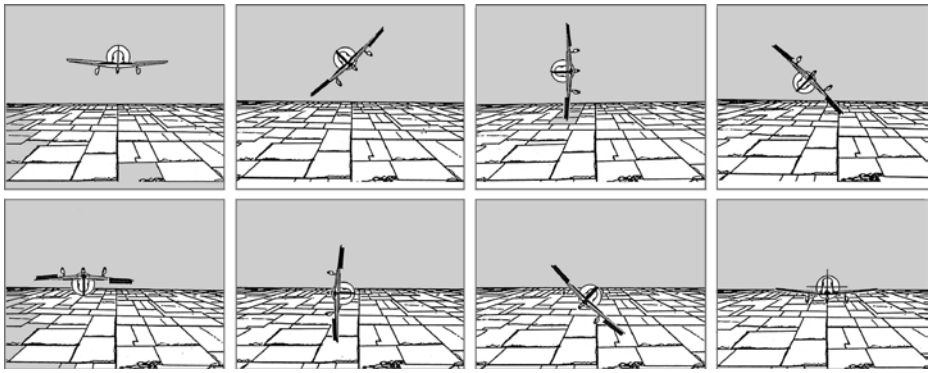
Izvođenje petlje

Pet tačaka petlje u kojima treba kontrolisati položaj krila prema horizontu

Petlja (luping) pun je krug aviona opisan u vertikalnoj ravni i, verovatno, jedan od najjednostavnijih akrobatskih manevara. Evo kako se izvodi.

Avion natrimujemo za horizontalan let i izaberemo kakav linijski orijentir – pistu, auto-put ili železničku prugu – prema kojem ćemo održavati i korigovati pravac u toku izvođenja petlje. Na povećanoj brzini u horizontalnom letu energično povlačimo palicu ka sebi. Kada avion pređe u penjanje, dodajemo pun gas. Tempo povlačenja palice treba da bude takav da sve vreme osećamo stalan pritisak na ruku. Brzina aviona opada. Avion se približava gornjoj tački petlje. Gledamo unazad kako bismo na vreme primetili pojavljivanje horizonta (okrenutog naopako) i proverili da li su krila u horizontalnom položaju. U gornjoj tački petlje lagano popuštamo palicu i, po prelasku horizonta, oduzimamo gas da u poniranju ne bismo prekoračili dozvoljeni broj

obrtaja motora. Avion prelazi u obrušavanje. Postepeno se izvlačimo iz nastalog obrušavanja i, uz dodavanje gasa, prevodimo avion u horizontalan let ili u novu evoluciju.



Izvođenje valjka

Valjak je obrtanje aviona u horizontalnoj ravni oko uzdužne ose za 360°, i to sinhronizovanim dejstvom krilaca (elerona), kormila visine i kormila pravca. Na valjak prelazimo tek kada smo stekli izvesno samopouzdanje i veštinu u izvođenju petlje. Naime, po završetku loše izvedene petlje nos aviona će redovno biti usmeren u nekom drugom pravcu umesto u onom u kojem je bio na početku petlje. Ali, dokle god održavamo dovoljnu brzinu, nekako ćemo se već izvući i dovesti avion u korektan horizontalni položaj. S valjkom je slučaj nešto složeniji: tu ne samo da moramo da obrćemo avion već neprestano moramo da mu i nos održavamo iznad horizonta.

Za valjak najpre odabremo jednu tačku na horizontu koja će poslužiti kao orijentir. U blagom poniranju sačekamo brzinu za izvođenje valjka. Zatim povlačimo palicu i fiksiramo nos aviona na 15–20° i znad horizonta. Palicu do kraja naginjemo u željenu stranu valjka. Kada je avion prešao prvu četvrtinu kruga, suprotnom nogom održavamo nos iznad horizonta. Na polovini kruga (kad je avion na leđima), noge su u neutrali, a nos održavamo iznad horizonta potiskivanjem palice od sebe. Na poslednjoj četvrtini kruga (kada je avion ponovo pod nagibom od 90°), nos iznad horizonta sada održavamo istom nogom u čiju stranu radimo i valjak i, kada ponovo dođemo u normalan hroizontalan položaj („potrbuške"), sve komande ravnomerno vraćamo u neutralu.

Brzina okretanja oko uzdužne ose stvar je ličnog ukusa. Ali, na početnom stupnju vežbanja preporučljivo je rotaciju u valjku izvoditi brzo – dakle, potpuno koristiti elerone. No, kako naše iskustvo raste, tako možemo postepeno da smanjujemo brzinu okretanja, pa ćemo duže i primetnije da osećamo negativno „g" u trenutku prolaska kroz leđni položaj. S veoma malom brzinom okretanja ili, još bolje, s valjkom izvedenim „na razdele", ova figura pruža maksimum zadovoljstva.

8.
Noćno letenje

NA PRAGU ZONE SUMRAKA



„Slime, ma šta da se dogodi, nikada ne dozvoli da te mrak uhvati u vazduhu!" upozorenje je izgovorio stari profesionalni pilot, šaljući učenika na prvi samostalan let. „Samo ludaci lete noću", dodao je. „Nalaziš se iznad aerodroma, moraš da sletiš, a uopšte ne vidiš kako to da učiniš…"

Ovaj savet, međutim, nije sprečio momka da, nekoliko meseci kasnije, kada je pred masom okupljenom na vašaru pod vedrim nebom izvodio egzibicije u vazduhu, završi letački program u gustoj pomrčini. Bilo je zaista uzbudljivo posmatrati svetleće tragove koje su na tamnilu nebu iscrtavale njegove evolucije, ali se pre svega toga dogovorio s grupom vozača da postroje automobile duž ivice livade kako bi sletao i poletao uz pomoć svetlosti njihovih farova.

Vreme događanja bile su dvadesete godine prošlog veka.

„Slim" je bio Čarls Lindberg.

Bilo je to doba kada se noću letelo samo u krajnjoj nuždi.

Lindbergov trik s automobilskim farovima čak ni tada nije bio novost. Primenjen je mnogo godina ranije, u trci od Londona do Mančestera, 1910. godine, kada je, uprkos opasnosti, pobednika odredilo baš noćno letenje.

List „Dejli Mejl" (*Daily Mail*) odvojio je nagradu od 10.000 funti za deliju koji prvi preleti put dug 185 milja za 24 sata. Dvojica protivnika, Francuz Luj Polan i Englez Klajd Grejem Vajt, prevalila su pre mraka polovinu rastojanja. Bilo je to krajem aprila. Zalazak sunca ih je naterao da slete. Već u osam uveče Polan se odmarao u obližnjem hotelu.

Ali, Grejemu Vajtu đavo nije davao mira. Strah da neće osvetlati obraz Engleske nije mu dozvoljavao da zaspi. Kaskao je 57 milja za Polanom.

Konačno je odlučio da „skine mrak" s noćnog letenja. U pola tri ujutru pozvao je lokalne motocikliste i vozače automobila i postrojio njihove acetilenske farove duž letelišta. Pošto je poleteo, Greem Vajt je jezdio po mraku još dva sata. Nemirni vetrovi duž rute za Mančester konačno su ga savladali i oborili na jednu usputnu padinu.

Francuz nije dozvolio da bude uhvaćen na legalu. Čim je saznao za tajni pokušaj engleskog takmaca, poleteo je po jutarnjoj tami, u četiri sata i devet minuta. Trku je dobio sat i po kasnije.

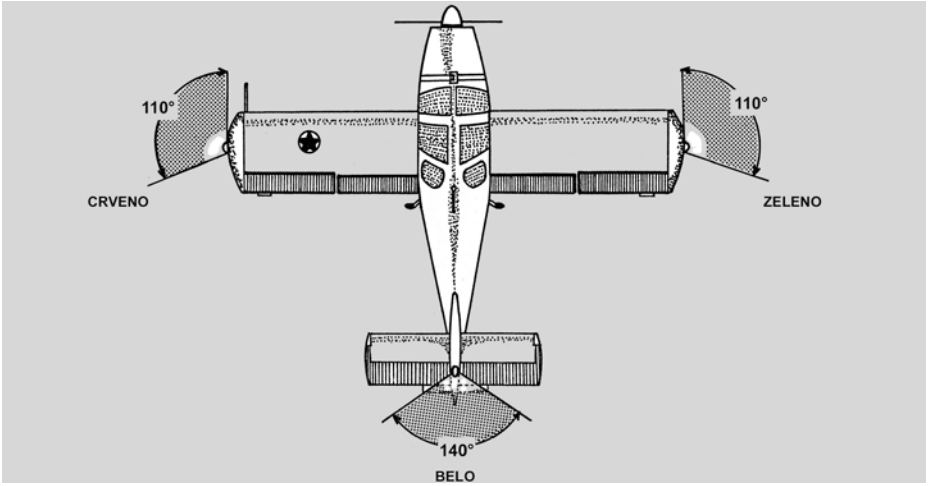
„Bio mi je to prvi i poslednji put", rekao je Polan. „Nikad više to ne bih ponovio, čak ni za 100.000 funti!"

Izjavu ludo hrabrog, ali zlosrećnog Greema Vajta nismo uspeli da dobijemo.

• • •

Letenje noću ne razlikuje se bitno od letenja danju, izuzev, u izvesnoj meri, poletanje i sletanje – zbog manje ili više pogrešnog viđenja zemlje, horizonta i neba. Zato je neophodno da učenik pilot, pre nego što počne samostalno da leti noću, savlada osnovno instrumentalno letenje, a ono se obično uvežbava „pod pokrivačem." Noćno letenje je kombinacija vizuelnog i instrumentalnog letenja utoliko što pilot određuje i održava položaj aviona prema spoljašnjim reperima, a proverava ga osmatrajući instrumente. Pažnja koju će posvetiti instrumentima zavisi od vidljivosti horizonta i, u određenim okolnostima, od mogućnosti pojave iluzija.

Prema mišljenju mnogih, noćni let je prijatniji i pruža više zadovoljstva od letenja danju. Okolni saobraćaj se lakše uočava noću, a vazduh je obično mirniji i hladniji, što čini let udobnijim i poboljšava performanse aviona. Dalje, noćni pilot će se sresti s manjom gužvom u aerodromskom krugu i s predusretljivijim kontrolorima letenja na različitim komunikacionim frekvencijama. A ne treba zanemariti ni estesku dimenziju noćnog letenja, posebno u mirnim i čistim noćima, kada pilot može da priguši svetla u kabini, opusti se i, presecajući krilima udaljena, treperava gradska svetla, uživa u čaroliji letenja.



Raspored pozicionih svetala na avionu

Pretpoletni pregled teče na uobičajeni način, na dobro osvetljenom delu stajanke. Pošto se pripremamo za noćni let, pretinac u pilotskoj kabini treba da sadrži komplet rezervnih osigurača i baterijsku lampu. Osim toga, čista vetrobranska i bočna stakla su jedan od imperativa u noćnom letenju.

Svi avioni koji lete između zalaska i izlaska sunca moraju da imaju ispravna navigaciona svetla, koja se često nazivaju i pozicionim svetlima. Obavezni smo da ih uključimo čim motor počne da radi. Crveno poziciono svetlo nalazi se na vrhu levog krila, belo na repu i zeleno na vrhu desnog krila. Na vrhu vertikalnog stabilizatora ugrađeno je bleskajuće ili rotirajuće crveno svetlo protiv sudara, koje pomaže ostalim pilotima da nas bolje uoče na noćnom nebu ili na manevarskim površinama aerodroma, a istovremeno je i znak da je motor u pogonu. Mnogi avioni opremljeni su i blistavim bleskajućim stroboskopskim svetlima bele boje, koja se noću lako uočavaju čak i sa daljine od više desetina kilometara. Ona su toliko prodorna da su upotrebljiva čak i danju pri smanjenoj vidljivosti.



Standardna oprema školskog aviona podrazumeva i kompletnu iluminaciju neophodnu za noćno letenje. Reflektori za sletanje i voženje po zemlji su u nosu, upozoravajuće svetlo protiv sudara (*anticollision light*) na vrhu vertikalnog stabilizatora, crvena i zelena poziciona svetla na krajevima krila, dok je belo poziciono svetlo na završnom delu vertikalca. Na krajeve krila često se ugrađuju i snažna bleskajuća svetla (*flashing lights*), kako bi u tmini noćnog neba avion bio uočljiv na daljini od više desetina kilometara.

Reflektor za sletanje i reflektor za vožnju po zemlji mogu da budu ugrađeni u nos našeg školskog aviona, napadnu ivicu krila ili (obavezno kod aviona s uvlačećim stajnim trapom) u nogu prednjeg točka. Jedina razlika između ova dva reflektora je u tome što je reflektor za vožnju podešen tako da osvetljava rulnu stazu tik ispred aviona, dok reflektor za sletanje baca svetlo pod većim uglom, osvetljavajući pistu na koju avion sleće.

Intenzitet osvetljenja instrumentalne table obično se kontroliše reostatom (*dimmer*). Pilot tako može da podešava svetlo prema vlastitom ukusu i da ga prilagođava okolnom ambijentu. Uobičajeno je da postoje zasebni reostati za pilotažne instrumente, motorske instrumente i radio-uređaje.



Iluminacija pilotske kabine treba da pomogne pilotu u brzoj adaptaciji oka sa spoljašnjih izvora svetlosti na ambijent u kokpitu.

NOĆNI VID

Sposobnost gledanja noću može da se poboljša određenom tehnikom vežbanja. Ako oči izložimo jakom svetlu, makar i nakratko, naš noćni vid biće privremeno desetkovan! Zbog toga moramo da izbegavamo izvore jačeg svetla već od trenutka kad smo zauzeli mesto u pilotskoj kabini, pošto će biti potrebno bar nekoliko minuta da povratimo noćni vid. Dokazano je da se adaptacija na tamu (noćni vid) razara brzo i potpuno nakon izlaganja belom svetlu, dok tamnocrveno svetlo potpomaže ovu adaptaciju. Međutim, let samo s crvenim svetlom u kabini remeti sposobnost normalnog raspoznavanja boja. Zato je univerzalno rešenje pronađeno u pažljivo dizajniranom sistemu belih i plavo-belih svetiljki koje služe za iluminaciju pilotske kabine.

Kada posmatramo neki objekat, obično gledamo direktno u njega, smeštajući ga u centar svog vidnog polja, kako bismo ga jasno videli. Začudo, ovo centralno osmatranje je od male pomoći pri slabom svetlu, pa pilot ne treba noću direktno da zuri u predmet koji osmatra. Jasnije će ga videti ako pogled usmeri neznatno iznad, ispod ili pored objekta. Utvrđeno je da u uslovima slabe osvetljenosti bolje opažamo ako gledamo desetak stepeni od centra.



Platforma aerodroma Hurgada noću. Očigledno je da su bojene oznake na manevarskim površinama noću slabo uočljive, pa se za njihovo razaznavanje koriste različiti izvori svetlosti.

AERODROMSKA SVETLA

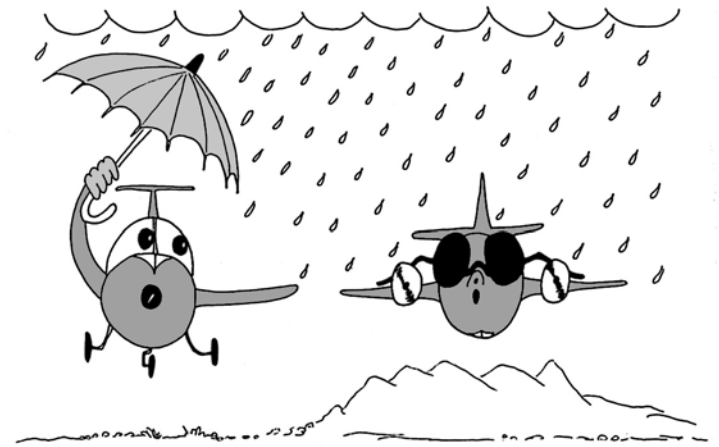
Bojene oznake na platformama, rulnim i poletno-sletnim stazama nisu noću od naročite koristi, zato što ih pilot teško uočava. Stoga se za označavanje i raspoznavanje pojedinih područja na aerodromu koji je otvoren za noćno letenje koriste različiti svetlosni izvori. Staze za voženje označene su duž ivica plavim svetiljkama da bi se razlikovale od poletno-sletnih staza, koje po ivicama imaju bela svetla. Prag staze za sletanje označen je zelenim, a suprotan prag piste crvenim svetiljkama. Intenzitet svetla na rulnim stazama i na pisti može da se podešava s tornja, obično na zahtev pilota. Sve prepreke, kao i neupotrebljive manevarske površine, označavaju se crvenim svetlima.

STARTOVANJE MOTORA

Tu je noću potreban oprez zato što osobe u blizini našeg aviona teško mogu da zaključe kada nameravamo da startujemo motor. Umesto podizanja levog palca (ali uz uobičajeno „od elise!"), upalićemo poziciona i rotaciona svetla ili za trenutak sevnuti reflektorom za sletanje. Zamena za ovo, naročito korisna zimi, kada je štednja električne energije naročito važna, jeste bleskanje baterijskom lampom kroz vetrobransko staklo kabine neposredno pre pokretanja motora.

9.
IFR letenje

IZMEĐU NEBA I ZEMLJE



Nizak prilaz ispod narogušenih oblaka koji su se brzo gomilali pretvarajući se iz stada razbacanih kumulusa u široko rasprostrti kumulonimbus pomogao mi je više puta da se uspešno „dovučem" do piste aerodroma ka kojima sam leteo. Ovakav prilaz bio je neuporedivo mirniji – ponekad čak i jedino moguć! – od proletenja kroz očekivano jaku turbulenciju i zaleđivanje u oblaku. Samim tim, bio je prijatniji i za putnike. To su bili trenuci kada sam kontroli letenja javljao da poništavam IFR plan i prelazim na vizuelno letenje. Ali, ako želite da ovakav manevar izvedete bez rizika, osnovni uslov je da se aerodrom nalazi u prostranoj ravnici i da dobro poznajete to područje!

No, ne nalaze se svi aerodromi u gostoljubivom okruženju, niti je njihov vazdušni prostor toliko prazan da možete u njemu vitlati avionom kako vam se prohte. Većina svetskih aerodroma zahteva dosledno poštovanje odlaznih, dolaznih i prilaznih instrumentalnih procedura, inače… Takav stav dovodi u ravnopravan položaj apsolutno sve avione i omogućava im da nesmetano poleću i sleću, po unapred planiranoj satnici i u gotovo svim meteorološkim uslovima.

Ne podrazumeva svaki instrumentalni let neprobojnu maglu nad pistom, penjanje kroz oblake debele nekoliko hiljada metara, usputne grmljavine, oluje, gràd, srljanje u prilaz pri ništavnoj vidljivosti i ostale varijante pakla! Razborit pilot koristi pravila za instrumentalno letenje u svakom letu, bez obzira na vremenske prilike. Ne slučajno. Instrumentalna procedura ponekad zahteva koji minut više, radio-sredstva na vazdušnim putevima koju milju više. Ali, ovaj zanemarljivi gubitak vremena nije ništa prema pogodnostima koje osigurava IFR plan letenja: lišava vas obaveze da, tražeći prečice na VFR nebu, letite na nepogodnim visinama, krivudate izmedu razbacanih oblačnih krpica i zaobilazite oblasti loše vidljivosti.

IFR ptica je brža. I sigurnija.



Navigaciona priprema instrumentalnog leta je jednostavnija i efikasnija. Vazdušni putevi u rutnim priručnicima označeni su razdaljinama i kursevima. Date su minimalne bezbedne visine, kao i posebne procedure u prilazu i odletu, ukoliko su neophodne zbog izbegavanja prepreka i buke. Da ne govorim o tome da se procedure (ili, ako hoćete, postupci) u rutnim priručnicima vezuju kao lepak za pilota od trenutka uspostavljanja prvog radio-kontakta, pa preko recepata za odlazak, orijentaciju i povratak, do suštinskog objašnjavanja regionalnih zakona.

Kada se slede IFR procedure, teren je automatski čist. VFR pilot neprestano mora da se oslanja na vidljive orijentire na zemlji.

Dok se smešta u avion, instrumentalni pilot pokazuje smisao za visoku organizaciju kako bi let bio lakši i tekao bezbednije. Radio-komunikaciona oprema je proverena, radio-navigaciona oprema unapred podešena, navigacioni plan, putna karta i karta alternativnog aerodroma pripremljeni, a odlazna i prilazna karta aerodroma poletanja, zajedno sa detaljnom skicom manevarskih površina (za pomoć pri vožnju), nalaze se pri ruci, bilo da su inicijalizovane na ekranu ili kao štampani artefakt pričvršćen za volan aviona. Pilot treba samo da pozove kontrolu letenja koja će potvrditi odobrenje.

Verovali ili ne, za mnoge VFR pilote prestaju sve ovozemaljske obaveze onog trenutka kada aktiviraju starter avionskog motora ili isključe mikrofon.

Instrumentalni pilot se disciplinovano penje po odobrenju. Obično je to penjanje u zadatom kursu, sve do visine krstarenja.

Kad letite VFR, važni su vam baza oblaka i vidljivost na svakom kilometru rute. Kod IFR leta su zahtevi za plafonom i vidljivošću minimalni, tako da vam preostaje jedino da pratite odabrane visine krstarenja na određenim segmentima puta.

U malom procentu instrumentalnih letova pilot ima posla s takozvanim marginalnim ili hazardnim uslovima na vazdušnom putu – vrlo aktivnom kumulusnom oblačnošću, olujnim nepogodama ili intenzivnim zaleđivanjem. I tada može da računa na pomoć, pošto je na istoj radio-frekvenciji s kolegama koji lete u istim uslovima. Tako je najčešće unapred upoznat s meteorološkim neprilikama. Ukoliko ovaj krilati narod uzbude olujni oblaci, kontrolor letenja neće oklevati ni časa da ugrožene avione uputi u novi, bezbedniji kurs.

Ali ne grešimo dušu: vizuelni letovi znaju da budu prijatni, bez nepotrebnih uzbuđenja, pravi praznik za oči i dušu. No, ukoliko se vreme naroguši, VFR postaje rizičan i usamljenički posao. „Nastavak VFR leta, uprkos pogoršanim meteorološkim uslovima", jedan je od čestih zaključaka o uzrocima udesa u lakoj avijaciji.

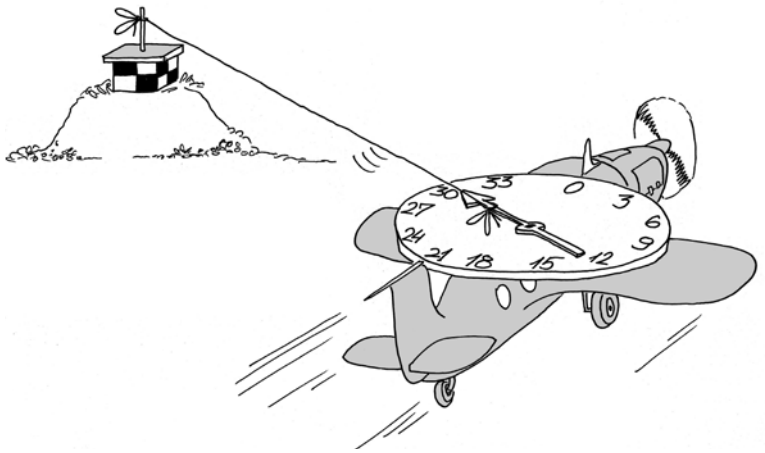
Zašto?

…Kada se VFR pilot nađe u prostoru oko kojeg se lagano zatvara tamni zid, počinje da slepi. Izvori informacija i mogućnosti izbora nestaju, jedno za drugim. Oblaci postaju neprobojna barijera, a teren ispod nogu neprijateljska teritorija. Mala visina, osim ako avion nije nekako isplivao iznad oblaka, najčešće ne dopušta ni da se čuju prijateljski radio-pozivi, koji pokušavaju da otkopaju ovaj kliker, izgubljen u pesku. Pilot je go i napušten. Sve što ima jesu oznojeni dlanovi, gorak ukus u ustima, mape savijene na pogrešnom mestu i hrpica aluminijuma, s kojom juri kroz vazduh, neutešno blizu tvrde i hladne zemlje.

Onaj ko se nagutao dosta VFR vazduha poznaje taj osećaj… A sredstva kojima se poslužio da ispliva iz takve more sigurno ne bi pristao da upotrebi još jednom!

11.
Stari, dobri radio-kompas

MUZIKA ZA AM LUTALICE



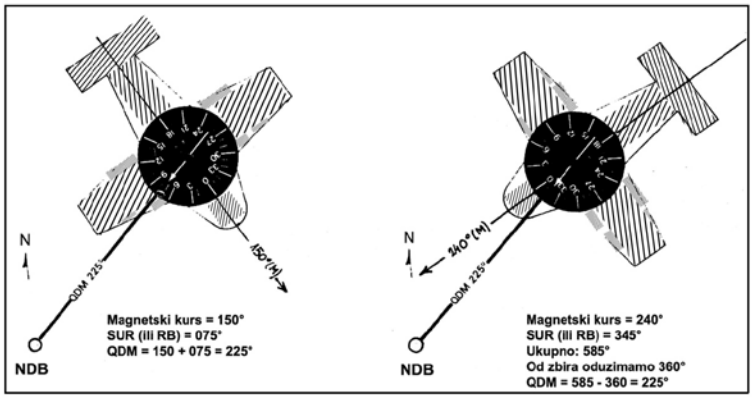
U suštini, radio-kompas se ponaša kao običan radio-prijemnik. U malopređašnjem neobaveznom pregledu avio-elektronike rekli smo da radio-kompas prima signale neusmerenih radio-farova, NDB (*Non Directional Beacon*) i odgovarajućih radiodifuznih stanica, koje emituju program na srednjim talasima. Uslov je da se prethodno podesi na njihovu frekvenciju. U tom slučaju, igla radio-kompasa pokazivaće smer ka izvoru elektromagnetskih talasa. Radio-stanica će biti „radio-pol" za prijemnik u avionu.

Zato je radio-kompas dragocen kada odgovara na pitanja: gde sam, gde je aerodrom ka kojem ili stanica prema kojoj treba da letim, kako da se kontrolisano spustim i priđem pisti?

Po danu ili noći, na vazdušnim putevima ili van njih, radio-kompas nas brzo i sigurno upućuje ka odredištu. Valjda je zato tako dugo i opstao u avijaciji.

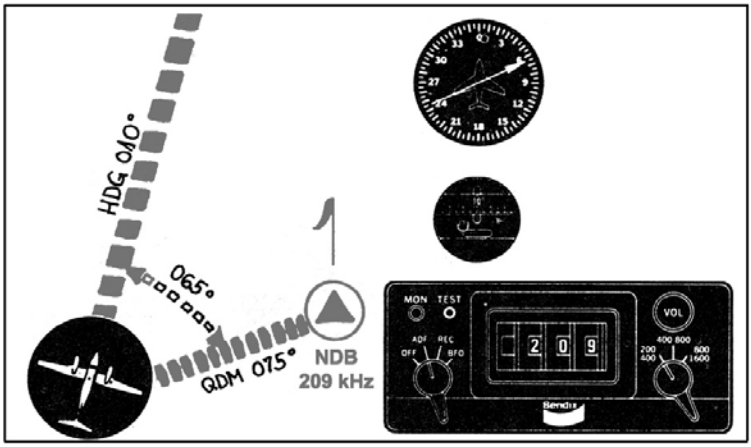
Igla radio-kompasa uvek pokazuje smer prema stanici, bez obzira na kurs leta aviona. Ugao između uzdužne ose aviona i smera koji pokazuje vrh kazaljke naziva se *stranski ugao radio-stanice* (SUR) ili, terminologijom Međunarodne organizacije civilnog vazdušnog saobraćaja, *relativni smer* RB (*Relative Bearing*).

Za nevolju, avion može da se nalazi na bilo kojoj tački zamišljenog kruga oko stanice a da kazaljka radio-kompasa pokazuje isti relativni smer! Zato je potrebno relativni smer od aviona prema stanici pretvoriti u pravi smer: od stanice prema avionu. Da bismo to učinili, neophodno je da znamo još i pravi kurs leta aviona. Tek tada možemo da odredimo ugaoni položaj vazduhoplova u odnosu na radio-stanicu.



Ništa lakše. Jednostavno ćemo sabrati magnetski kurs leta aviona (*Heading*) s relativnim smerom koji vrh igle radio-kompasa pokazuje na njegovoj ruži. Dobićemo takozvani QDM, magnetski smer od aviona prema stanici. To je ugao koji s pravcem magnetskog severa gradi crta povučena od aviona prema radio-stanici.

Tako smo naš avion dosta pouzdano „zaledili" u prostoru.



Kada sliku prenesemo na radio-navigacionu kartu, postaje još jasnija: imamo relativni smer od aviona prema radio-stanici od 065° (pokazivanje igle radio-kompasa), dok je magnetski kurs vazduhoplova 010° (pokazivanje magnetskog kompasa). Magnetski smer od aviona ka stanici (QDM) u ovom slučaju je 65 + 10 = 75° (QDM 075).

Zanima li nas i magnetski smer od stanice prema avionu, takozvani QDR?

QDR nije ništa drugo do recipročna vrednost QDM-a. Dobijamo ga kada QDM-u dodamo 180°; uslov je da trenutni QDM nije veći od 180°, kako ne bismo nepotrebno pretrčali granicu punog kruga od 360°. No, ukoliko ipak imamo ovaj potonji slučaj, onda ćemo od takvog QDM-a, umesto da dodamo, oduzeti 180°.

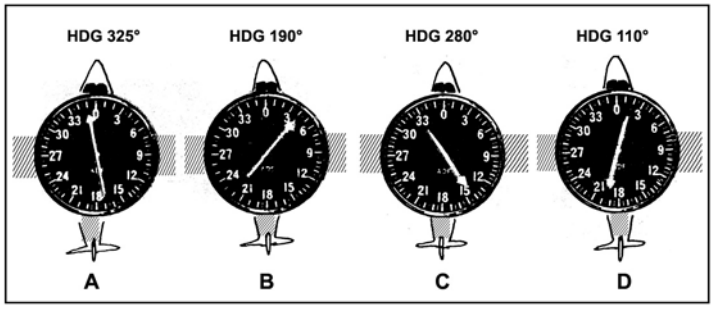
To je suština priče o radio-orijentaciji pomoću radio-kompasa.

U našem primeru, magnetski smer od stanice prema avionu je 75 + 180 = 255° (QDR 255). Ako se usput pripomognemo još nekim pogodnim radio-farom u području leta, pa ucrtamo i taj smer, u preseku ovih smerova dobićemo čak i tačku na karti koja precizno pokazuje trenutnu poziciju našeg aviona.

Što veće brojeve sabiramo, gubimo više vremena, a lakše grešimo. Pa kako izbeći monstruozne sabirke, kao što je, na primer, kompasni kurs od 325° i relativni smer (tj. SUR) od 355° – a brzo i tačno izračunati QDM?

Postupak nam nalaže da saberemo taj kurs i SUR, pa da od dobijene vrednosti (da se ne mučite, ona je 680) odbijemo višak od 360°. Tek tada ćemo utvrditi da je naš QDM 320°.

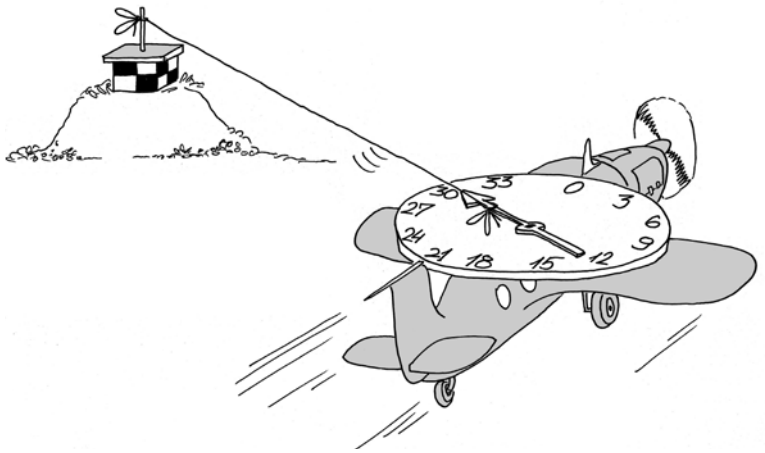
Na sreću, postoji i kraći put.



Dovoljno je samo da pogledamo u koju stranu se otklonila igla radio-kompasa. Ako je njen vrh otišao ulevo, onda ćemo od kompasnog kursa aviona jednostavno oduzeti vrednost ugla za koji se igla otklonila ulevo. (Primer A: 325 – 5 = QDM 320). Kad već znamo QDM, onda nije problem izračunati njegovu recipročnu vrednost za 180° i dobiti QDR. U primeru B vrh igle otklonjen je udesno, pa imamo standardnu računicu (190 + 40 = QDM 230).

11.
Stari, dobri radio-kompas

MUZIKA ZA AM LUTALICE



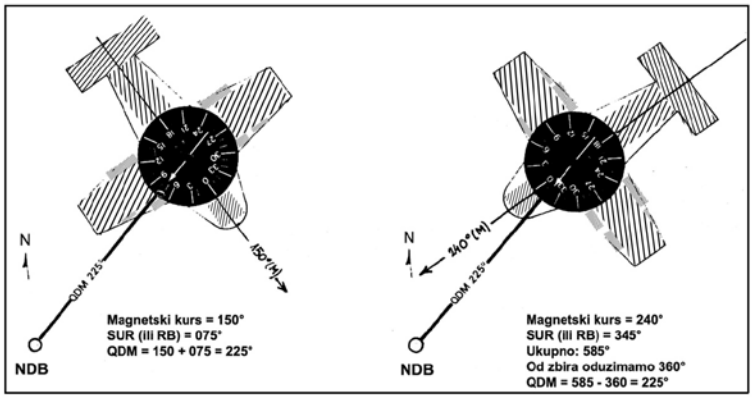
U suštini, radio-kompas se ponaša kao običan radio-prijemnik. U malopređašnjem neobaveznom pregledu avio-elektronike rekli smo da radio-kompas prima signale neusmerenih radio-farova, NDB (*Non Directional Beacon*) i odgovarajućih radiodifuznih stanica, koje emituju program na srednjim talasima. Uslov je da se prethodno podesi na njihovu frekvenciju. U tom slučaju, igla radio-kompasa pokazivaće smer ka izvoru elektromagnetskih talasa. Radio-stanica će biti „radio-pol" za prijemnik u avionu.

Zato je radio-kompas dragocen kada odgovara na pitanja: gde sam, gde je aerodrom ka kojem ili stanica prema kojoj treba da letim, kako da se kontrolisano spustim i priđem pisti?

Po danu ili noći, na vazdušnim putevima ili van njih, radio-kompas nas brzo i sigurno upućuje ka odredištu. Valjda je zato tako dugo i opstao u avijaciji.

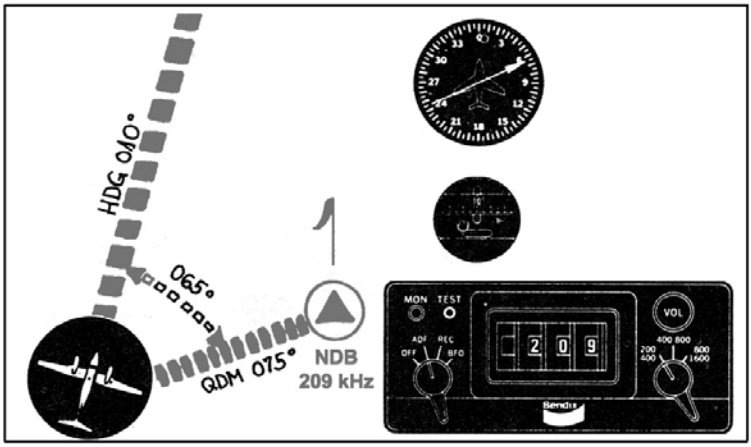
Igla radio-kompasa uvek pokazuje smer prema stanici, bez obzira na kurs leta aviona. Ugao između uzdužne ose aviona i smera koji pokazuje vrh kazaljke naziva se *stranski ugao radio-stanice* (SUR) ili, terminologijom Međunarodne organizacije civilnog vazdušnog saobraćaja, *relativni smer* RB (*Relative Bearing*).

Za nevolju, avion može da se nalazi na bilo kojoj tački zamišljenog kruga oko stanice a da kazaljka radio-kompasa pokazuje isti relativni smer! Zato je potrebno relativni smer od aviona prema stanici pretvoriti u pravi smer: od stanice prema avionu. Da bismo to učinili, neophodno je da znamo još i pravi kurs leta aviona. Tek tada možemo da odredimo ugaoni položaj vazduhoplova u odnosu na radio-stanicu.



Ništa lakše. Jednostavno ćemo sabrati magnetski kurs leta aviona (*Heading*) s relativnim smerom koji vrh igle radio-kompasa pokazuje na njegovoj ruži. Dobićemo takozvani QDM, magnetski smer od aviona prema stanici. To je ugao koji s pravcem magnetskog severa gradi crta povučena od aviona prema radio-stanici.

Tako smo naš avion dosta pouzdano „zaledili" u prostoru.



Kada sliku prenesemo na radio-navigacionu kartu, postaje još jasnija: imamo relativni smer od aviona prema radio-stanici od 065° (pokazivanje igle radio-kompasa), dok je magnetski kurs vazduhoplova 010° (pokazivanje magnetskog kompasa). Magnetski smer od aviona ka stanici (QDM) u ovom slučaju je 65 + 10 = 75° (QDM 075).

Zanima li nas i magnetski smer od stanice prema avionu, takozvani QDR?

QDR nije ništa drugo do recipročna vrednost QDM-a. Dobijamo ga kada QDM-u dodamo 180°; uslov je da trenutni QDM nije veći od 180°, kako ne bismo nepotrebno pretrčali granicu punog kruga od 360°. No, ukoliko ipak imamo ovaj potonji slučaj, onda ćemo od takvog QDM-a, umesto da dodamo, oduzeti 180°.

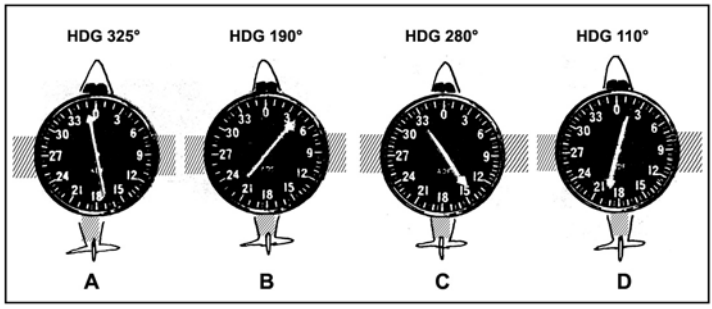
To je suština priče o radio-orijentaciji pomoću radio-kompasa.

U našem primeru, magnetski smer od stanice prema avionu je 75 + 180 = 255° (QDR 255). Ako se usput pripomognemo još nekim pogodnim radio-farom u području leta, pa ucrtamo i taj smer, u preseku ovih smerova dobićemo čak i tačku na karti koja precizno pokazuje trenutnu poziciju našeg aviona.

Što veće brojeve sabiramo, gubimo više vremena, a lakše grešimo. Pa kako izbeći monstruozne sabirke, kao što je, na primer, kompasni kurs od 325° i relativni smer (tj. SUR) od 355° – a brzo i tačno izračunati QDM?

Postupak nam nalaže da saberemo taj kurs i SUR, pa da od dobijene vrednosti (da se ne mučite, ona je 680) odbijemo višak od 360°. Tek tada ćemo utvrditi da je naš QDM 320°.

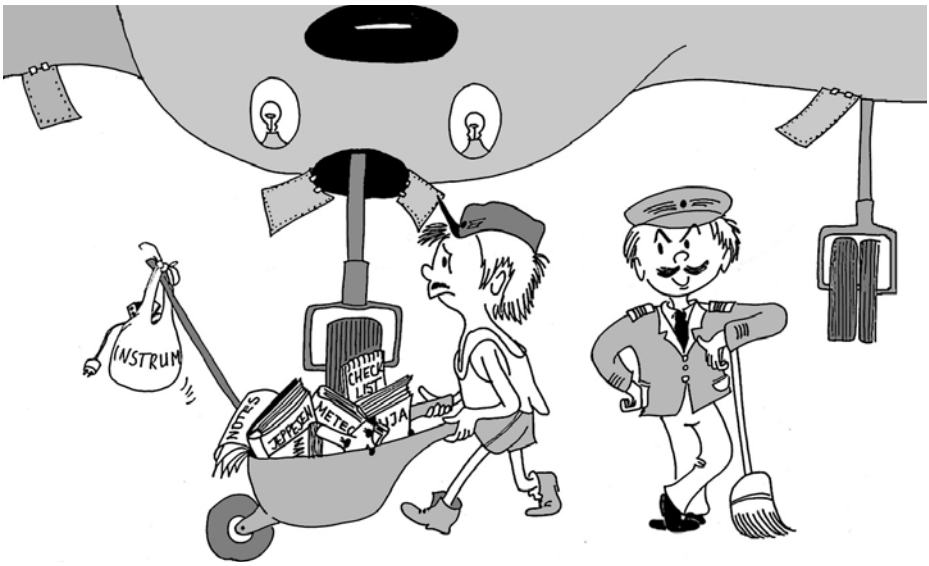
Na sreću, postoji i kraći put.



Dovoljno je samo da pogledamo u koju stranu se otklonila igla radio-kompasa. Ako je njen vrh otišao ulevo, onda ćemo od kompasnog kursa aviona jednostavno oduzeti vrednost ugla za koji se igla otklonila ulevo. (Primer A: 325 – 5 = QDM 320). Kad već znamo QDM, onda nije problem izračunati njegovu recipročnu vrednost za 180° i dobiti QDR. U primeru B vrh igle otklonjen je udesno, pa imamo standardnu računicu (190 + 40 = QDM 230).

13.
Kako se postaje IFR pilot

STAIRWAYS TO HEAVEN



Dugo se smatralo da je ovlašćenje za instrumentalno letenje rezervisano isključivo za profesionalne pilote. Međutim, razvoj novih generacija lakih aviona, opremljenih po standardima koji važe za komercijalnu avijaciju, učinio je da letenje sportskih i privatnih pilota u IMC uslovima postane ne samo stvarnost već i potreba. Uostalom, po IFR pravilima leti se u svim onim meteorološkim uslovima u kojima ne postoji vidljiv kontakt sa zemljom ili prirodnim horizontom, kada je vidljivost smanjena ispod minimuma dozvoljenog za vizuelno letenje, kada se leti kroz oblačnost, kada je baza oblaka niska, kada se leti iznad mora, noću i na visinama koje premašuju nivo leta 190.

Pre nego što uopšte počne praktičnu obuku u instrumentalnom letenju, iskusan vizuelac je obavezan da odsluša i stotinak časova dopunske teorijske nastave i uspešno položi ispite koji obuhvataju sledeće oblasti:

1. Vazduhoplovna navigacija (uvod u radio-navigaciju, radio-goniometar, radio -kompas, VOR, kombinovani radio-navigacioni pokazivači, DME, TACAN i VORTAC, radio-markeri, radio i radarski visinomeri, radio-navigacija u prilazu za sletanje, navigacioni proračuni i planiranje leta, navigacija na dugim letovima, GPS i autonomni navigacioni sistemi);

2. Poznavanje elektronskih uređaja za IFR letenje (teorija elektromagnetskih talasa, antene, komunikacioni sistemi, tehnološki principi rada navigacionih radiouređaja, principi rada uređaja za hiperboličnu navigaciju, radarski sistemi, sistemi navigacionih instrumenata, elektronski računari u avionu, INS, sistemi za automatsko letenje i LCD, plazma i ekrani s katodnom cevi kao navigacioni indikatori);

3. Vazduhoplovna meteorologija (osmatranje, merenje i tumačenje meteoroloških pojava, sinoptička meteorologija, altimetrija i visinske karte, mlazne struje, karakteristike lokalne klime, organizacija vazduhoplovnih meteoroloških službi, meteorološka priprema za let, METAR, SPECI, TAF i SIGMET izveštaji i radarska meteorologija);

4. Vazduhoplovna frazeologija na engleskom jeziku (uvod u radio-telefoniju, reči i fraze prilikom veze vazduh–zemlja, NOTAM, SNOWTAM, meteorološka služba, aerodromska, prilazna i oblasna kontrola letenja, radar u službi kontrole letenja i frazeologija u vanrednim slučajevima u letu);

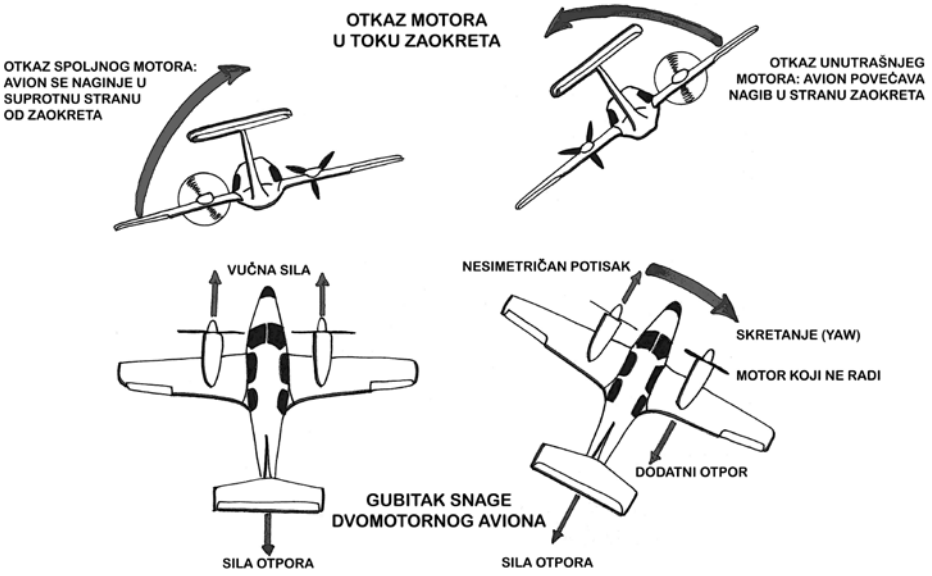
5. Pravila letenja (vazdušni prostor i postupci za letenje u njemu, organizacija, namena i zadaci službe kontrole letenja, pravila letenja i upoznavanje s praktičnim radom službi kontrole letenja);

6. Propisi iz oblasti civilnog vazduhoplovstva (međunarodne odredbe, lokalno uređenje vazdušne plovidbe, bezbednost vazdušne plovidbe i organizacija civilnog vazduhoplovstva);

7. Teorija IFR letenja (uvod u teoriju instrumentalnog letenja: lažni osećaji i iluzije, poznavanje instrumenata za IFR letenje, tehnika pilotiranja u instrumentalnim uslovima, orijentacija u prostoru, meteorološki uslovi u IFR letenju, instrumentalni prilazi, obrasci čekanja i proceduralni zaokreti, letački priručnici i njihovo korišćenje i analiza tipičnog IFR leta).

Instruktor, pre svega, mora da bude siguran da njegov kandidat dobro vlada avionom na kojem se obučava u instrumentalnom letenju. Ukoliko IFR obuka treba da teče na dvomotornom avionu, pilot mora do detalja da upozna njegove letačke i tehničke osobine, sisteme i opremu. Posebnu pažnju posvećuje postupcima u

slučaju otkaza pojedinih sistema na avionu, zaleđivanja u letu, požara i prestanka rada jednog od motora. U ovom poslednjem slučaju ne pogoršavaju se samo osobine aviona u penjanju ili horizontalnom letu već i manevrisanje s ovako nesimetričnim pogonom postaje veoma naporno i delikatno.



Primeri vežbe na dvomotornom avionu sa gubitkom snage i otkazom jednog od motora

Prvi časovi letenja obavezno su posvećeni osnovnom instrumentalnom letenju (ATTITUDE INSTRUMENT FLYING), tokom kojeg pilot izvodi niz zadatih manevara, održavajući položaj aviona i parametre leta samo pomoću osnovnih instrumenata.

Zato, pre negoli i pomisli na letenje s ograničenom ili nikakvom spoljnom vidljivošću, ulaske i izlaske iz oblaka, praćenje radio-navigacionih procedura i instrumentalna prilaženja i sletanja, pilot mora da raščisti s osnovnim instrumentalnim letenjem. Ono je još daleko od IFR letenja, zato što ih deli ogromna kvalitativna razlika: osnovno instrumentalno letenje (ili letenje bez spoljne vidljivosti) jeste prosto letenje **po instrumentima**, dok IFR nalaže letenje **po pravilima za instrumentalno letenje**.

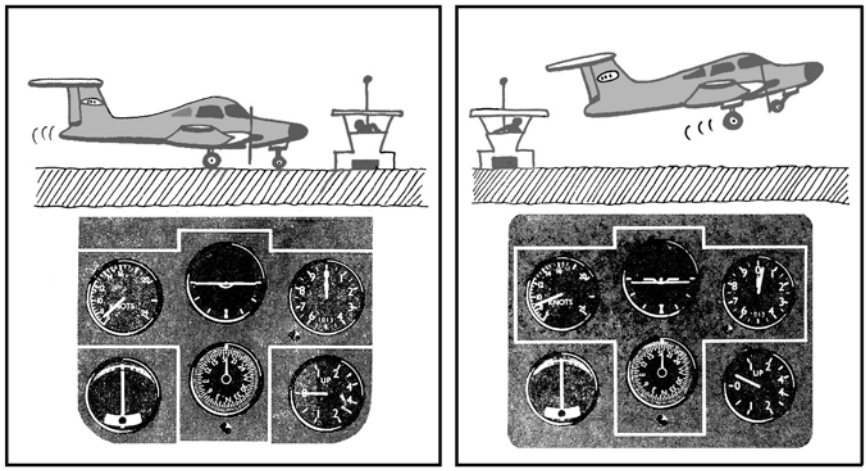
Mnogi prepotentni, a nedoučeni piloti bili su nesrećno zavedeni površnim shvatanjem ove razlike.

Obuka u letenju bez spoljne vidljivosti (ATTITUDE INSTRUMENT FLYING) treba da osposobi pilota da lako kontroliše položaj aviona u svim režimima leta i pri rasponu brzina od minimalne do maksimalne. Pritom se oslanja isključivo na pokazivanja osnovnih pilotažnih i motorskih instrumenata.

Pošto je u prvim letovima prejak nagon za samoodržanjem, pilot instinktivno upoređuje spoljašnje repere s podacima koje dobija na instrumentima. Zadatak instruktora je da kandidatu što pre usadi naviku da veruje instrumentima. Zato mu stavlja na čelo specijalnu „kapuljaču" (HOOD), koja sužava vidno polje samo na instrumentalnu tablu, ili pak pokriva levu polovinu kabine neprovidnim zastorom (letenje „pod pokrivačem"). Desna polovina kabine je slobodna jer je instruktor obavezan da nadgleda poletanje i sletanje, kao i moguća približavanja drugih aviona.

Svaki instrumentalni let, bez obzira na složenost i trajanje, predstavlja sled osnovnih manevara: poletanje, pravolinijsko penjanje, penjuće zaokrete, horizontalni let, poniranje ustaljenom brzinom, poniruće zaokrete, završno prilaženje s tačno određenim normama i, na kraju, sletanje.

Ukoliko pilot previdi činjenicu da svaki letački zadatak predstavlja, u stvari, seriju osnovnih manevara, najverovatnije će početi da greši u upravljanju avionom. No, ako se potrudi da unapred stvori sliku svakog predstojećeg manevra, moći će unapred da planira i tačno predvidi tehniku upravljanja i unakrsnog osmatranja instrumenata kada dođe trenutak za ulazak u očekivani manevar.

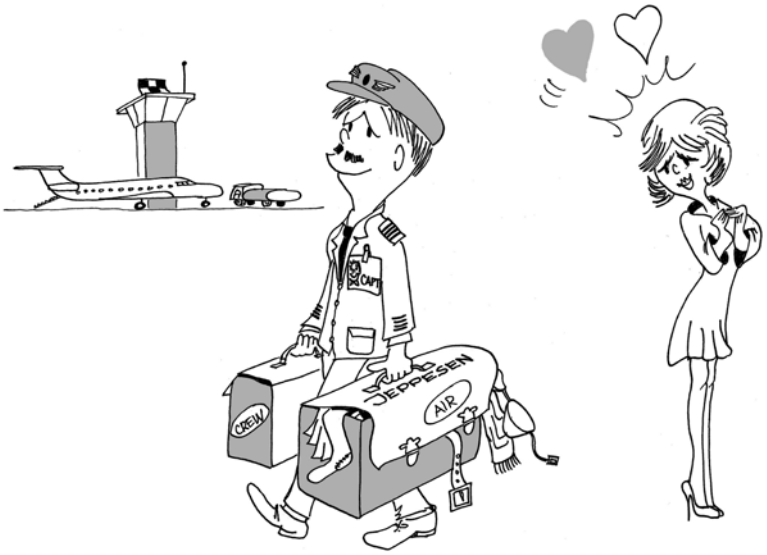


Poletanje se u prvoj fazi, po pravilu, izvodi vizuelno, a instrumentalni let počinje nakon dostizanja brzine početnog penjanja.

Kada avion dostigne brzinu za poletanje, povlačimo palicu k sebi. Avion dovodimo u položaj u kojem je njegova stilizovana sličica iznad linije veštačkog horizonta na zadatom uglu. Nakon toga proveravamo da li variometar pokazuje pozitivnu vrednost penjanja (RATE OF CLIMB). Istovremeno, na osnovu pokazivanja aviohorizonta i kontrolnika leta sprečavamo eventualno skretanje ili naginjanje aviona.

16.
Džepsenov pilotski priručnik

CEO SVET U TORBI



Suludo bi bilo u galopirajućem XXI stoleću početi priču o svetu vazduhoplovnih informacija hipotetičnom vizijom vazdušnog saobraćaja u kojem lete hiljade i hiljade malih lindberga, prepuštenih sebi i vlastitoj snalažljivosti. Lete prema ko zna kom kraju sveta, prema aerodromima na koje nikada nisu sletali, nagađajući šta ih tamo čeka. Pre svakog leta provode košmarne dane u grozničavoj trci za dragocenim informacijama o aerodromima na koje kreću avionima punim putnika. Kupuju i pozajmljuju geografske karte oblasti koje preleću. Troše silne sate na telefonske, telefaks, SMS i i-mejl dogovore. Ne daju mira iskusnijim kolegama, dok iz njihovih beležnica prepisuju svaki podatak i zapažanje…

Bila bi to laka apokalipsa – mada je tako zaista i bilo, sve dok se kapetanu Džepsenu nije upalio kliker…

Pilotu u svakom trenutku moraju da budu dostupne detaljne informacije, kojima će otkloniti i najmanju neizvesnost u letu ka ma kom aerodromu, zemlji i kontinentu. Bez preciznih, jezgrovitih, standardizovanih i aktuelnih letačkih priručnika vazdušni saobraćaj bio bi nezamisliv, a sitna i fino istkana paučina na kojoj počiva, beznadežno bi se pocepala na nekoliko najvitalnijih mesta.

U letačkom priručniku su objedinjeni svi podaci od bitnog značaja za bezbedno, efikasno i precizno instrumentalno letenje. Na njih se oslanjaju privatni, sportski, poslovni, vojni i kompanijski piloti širom sveta jer prate postupke (i izmene postupaka) u letenju na svakoj tački Zemljine kugle.



Uz pomoć par tomova ovih izdanja, bilo u papirnom, bilo u elektronskom obliku, IFR pilot je u mogućnosti da detaljno pripremi i izvede svaki let. U nešto manjoj meri to može da važi i za VFR pilota; međutim, tu je skupljeno suviše znanja, za koje je potreban upravo onaj osnov koji VFR pilota pretvara u IFR pilota.

Priprema leta nije ograničena samo na navigacionu pripremu iako navigacioni sadržaji zauzimaju najveći deo štampanog ili digitalizovanog prostora letačkog priručnika. Zdušnu pomoć pilotu pruža i niz informacija o aerodromima i njihovoj opremi, meteorološkim službama, službama traganja i spasavanja, lokalnim propisima pojedinih zemalja, njihovim procedurama i vazdušnim zonama različitog profila, kao i o postupcima u vanrednim situacijama.

Osnovi korišćenja letačkog priručnika obavezan su deo teorijske obuke instrumentalnih pilota. Razlog je prost: bez njega nema proceduralnog letenja. lskusniji piloti, koji vole pojednostavljena objašnjenja, reći će: „Stvar je prosta. Treba leteti prema partituri. Samo poravnaj cifre na instrumentima u kokpitu sa ciframa u le-

tačkom priručniku – i završio si posao!" Primimo to s rezervom, bar dok ne naučimo onoliko koliko i oni.

U elementarnoj i prstima opipljivoj varijanti ovakav letački priručnik je sastavljen od dve podebele knjige. U prvoj su opšti podaci i navigacione karte, a u drugoj podaci o aerodromima, s odlaznim, dolaznim i prilaznim kartama. No, pilot koji, recimo, redovno leti po Evropi i Mediteranu, nosiće u torbi možda i nekoliko ovakvih tomova jer je u njima zbrinuto nekoliko stotina međunarodnih aerodroma u nekoliko desetina zemalja.

Koliki li je tek ceo svet?

OSTAVŠTINA KAPETANA DŽEPSENA

Vrlo dobre letačke priručnike publikuje nekoliko velikih svetski poznatih avio-kompanija, kao i neki proizvođači aviona i avionske opreme (poput „Boinga"), ali nije slučajno baš kompanija „Džepsen" (*JEPPESEN*) postala sinonim za ovu vrstu vazduhoplovnog izdavaštva u svetu.

Kako je rođen ovaj gigantski vazduhoplovni informacioni sistem, čija je izdanja, s redovnim sedmičnim izmenama i dopunama, prihvatila većina vazdušnih prevozilaca?



E. B. Džepsen, čija je profesionalna pilotska karijera bila duga više od trideset godina, leteo je još dvadesetih godina prošlog veka, prevozeći poštu avionima s otvorenom kabinom.

Kao što je poznato, tada se uglavnom letelo „s glavom u torbi", a kapetan Džepsen je i te kako bio zainteresovan za to da sačuva i torbu i glavu! U maloj svesci, od koje se nikada nije razdvajao, brižljivo je sastavljao razne dijagrame i skicirao mnoge prepreke u blizini aerodroma na koje je sletao. Beležio je čak i telefonske brojeve lokalnih farmera, od kojih je mogao da sazna podatke o vremenskim prilikama duž maršrute leta.

Kako je s letačkim iskustvima narastala i zbirka podataka, tako je sveščica postajala sve traženija među kolegama po palici.