

Daljinsko voden let jadralnega letala: eksperimentalna in numerična analiza

Matjaž Ramšak*

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Slovenia

Cilj prispevka je primerjati izmerjeno in izračunano razmerje sile vzgona in upora oziroma fineso daljinsko vodenega jadralnega letala Longshot pri različnih hitrostih.

Glavna predpostavka je ustaljen let jadralnega letala. Ta vključuje konstantno hitrost in konstanten kot leta. Meritev finese je opravljena z metodo fotogrametrije s pomočjo poceni video kamere. Glavni razlog je v cenenosti meritve, dodaten razlog pa je tudi ta, da masa letala 320 gramov ne dopušča vgradnje merilnika hitrosti in zapisovalnika višine leta, prav tako pa zanj ni prostora v trupu letala. Numerična simulacija letala je opravljena s programskim paketom za računalniško dinamiko tekočin Ansys CFX. Za vsako računano hitrost je bila opravljena vrsta simulacij pri različnih vpadnih kotih na krilo (ang. Angle of Attack). Iz te vrste smo določili ustrezni vpadni kot, pri katerem je izračunana sila vzgona enaka resnični teži letala.

Merilno metodo smo umerili za merjenje hitrosti kolesarja. Izmerjena natančnost v umerjevalnem območju od 4 do 11 m/s je manjša od $\pm 1\%$. Ocenjena natančnost kota leta je manjša od 3 stopinj.

Izmerjena in izračunana finesa se pri hitrosti 15 m/s odlično ujemata, pri nižjih hitrostih pa je ujemanje slabše. Vzrok je velik raztros izmerjene finese, kar ni napaka meritve, ampak je posledica človeškega faktorja pri radijskem vodenju počasnega in nestabilnega leta. Posledično je predpostavka ustaljenega leta pri nizkih hitrostih zelo vprašljiva. Izračunana maksimalna finesa je 10 pri optimalni hitrosti 7,5 m/s. Izmerjena maksimalna finesa je reda velikosti 20 pri hitrosti 12 m/s, vendar obstajajo dvomi o resničnosti izmerjenega podatka zaradi omenjenih težav s kontroliranjem leta. Razen finese je izmerjen in izračunan tudi kot natekanja na krilo. Numerični rezultati vsebujejo tudi minimalno, optimalno in terminalno hitrost. Prav tako je določena maksimalna nosilnost letala pri različnih hitrostih. Določen je tudi kritični kot natekanja, kjer se pojavi recirkulacijski vrtinec na sesalni strani krila. Izmerjena in izračunana sila upora se lepo ujemata. Največja napaka in raztros sta pri primerjavi vpadnega kota na krilo. Vsi izmerjeni koti so v območju od 1 do 4 stopinj. Rezultat simulacije pa se giblje od 2 stopinj pri 7,5 m/s do -1 stopinje pri 20 m/s.

Izmerjena minimalna hitrost je približno 10 m/s. Izračunana minimalna hitrost je po pričakovanjih manjša, in sicer 7,5 m/s. Le-to je v resničnem letu težko doseči, saj bi moral biti vpadni kot konstantno približno 3 stopinje, tak kot pa je pri daljinsko vodenem jadralnem letalu praktično nemogoče vzdrževati.

Kot zanimivost navajamo še izračunano terminalno hitrost 30 m/s. Pri diskastem izmetu iz roke (DLG kot Discus Launch Glider) je izmerjena hitrost meta v območju med 22 in 25 m/s. Izkušeni metalci lahko dosežejo izmetne hitrosti do 40 m/s.

Pri velikih letalih so meritve praviloma drage, ni pa razloga, da se prikazana merilna metoda ne bi uporabila tudi za velika letala. Numerična simulacija velikih letal je praktično identična malim.

Nadaljnje raziskovanje na področju meritev je možno v smeri obdelave več zaporednih fotografij leta. Na ta način bi lahko natančneje določili parametre leta kot povprečni rezultat. Dodatno bi bilo mogoče izračunati tudi spreminjanje hitrosti med posameznimi posnetki in izločiti tiste lete, ki ne bi ustrezali predpostavki ustaljenega leta.

Na področju računalniških simulacij je možno nadaljnje raziskovanje v smeri preizkusa različnih turbulentnih modelov in natančnejšega posnetka geometrije letala. Posebno poglavje se odpira z vključitvijo nagiba krmilnih površin.

Izvirnost prispevka se kaže v uporabi fotogrametrije za merjenje aerodinamičnih sil na letalo. Prikazana metoda je cenena in dostopna širokemu krogu modelarjev. Prav tako ni razloga, da se merilna metoda ne bi uporabila tudi za velika letala. Avtor na področju numerične simulacije ni zasledil podobnega primera, ki bi določal fineso jadralnega letala po opisanem postopku spreminjanja vpadnega kota.

Ključne besede: Računalniška dinamika tekočin, fotogrametrija, aerodinamika, finesa jadralnega letala, daljinsko voden letalo, letalne karakteristike