

Optimizacija zadnjega krila pri formuli SAE

Jurij Iljaž – Leopold Škerget – Mitja Štrakl – Jure Marn
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Formula SAE je mednarodno tekmovanje s ciljem zasnovane in izdelave dirkalnika ter udeležbe na različnih mednarodnih tekmovanjih po celem svetu, in sicer v različnih disciplinah, od statičnih do dinamičnih. Zaradi varnosti je hitrost vozila oziroma dirkalnika omejena na relativno nizko povprečno hitrost, in sicer z oblikovano zaprto progo. Tako je izziv med posameznimi ekipami za najboljša mesta toliko večji. Ravno zaradi te omejitve je izziv tudi oblikovati primerno aerodinamiko, ki je sestavljena iz sprednjega in zadnjega krila ter oblikovanega dna z zadnjim difuzorjem, saj je cilj oblikovati aerodinamični paket na način zagotavljanja maksimalne potisne sile, kar vodi v hitrejšo vožnjo skozi ovinek in posledično hitrejši krog na tekmi.

Tako pričujoče delo obravnava problematiko dizajniranja oziroma optimizacijo zadnjega krila pri formuli SAE za nizke hitrosti. Zaradi nizkih hitrosti se pojavi problematika prekrmarjenosti dirkalnika sredi ovinka, kar je seveda nezaželeno. Z optimizacijo dizajna zadnjega krila je možno povečati potisno silo na zadnjih kolesih, kar izboljša oprijem ter nevtralnost dirkalnika. V delu je predstavljena problematika in način dizajniranja aerodinamičnih komponent, kot je zadnje krilo, za nizke hitrosti, kar predstavlja novost na tem področju prav tako pa prednost predkrilca pred dodatnim zakrilcem.

Sodobna inženirska orodja, kot je RDT, nam omogočajo numerično testiranje in analiziranje posameznih komponent, kar omogoča hitrejši napredek tudi v moto športu. Tako je bil za ovrednotenje posameznega dizajna in analizo zadnjega krila uporabljen numerični pristop oziroma 3D numerična simulacija na osnovi SST-RANS modela. Pri tem model ne obravnava osamljenega krila, kot drugi avtorji, temveč celoten dirkalnik z vsemi komponentami. Le tako je mogoče zajeti medsebojni vpliv komponent in s tem natančneje simulirati aerodinamiko vozila. Zaradi zahtevnosti modeliranja tokovnih razmer okoli vozila, je bil posamezni dizajn krila ovrednoten pri konstantni vožnji naravnost. Prav tako je bila zaradi simetrije dirkalnika modelirana le njegova polovica, kar močno skrajša računski čas in poveča število numeričnih testiranj. V delu prav tako podrobneje opisana analiza računskega območja in mreže ter potrebni robni pogoji za realen fizikalni opis problem ob upoštevanju vrtečih se koles in gibanja ceste. Delo analizira dva različna dizajna zadnjega večdelnega krila v okviru pravilnika, in sicer prvi osnovni dizajn je sestavljen iz glavnega dela in dveh zakrilc, medtem ko je drugi, naprednejši dizajn, sestavljen iz glavnega dela, 3D zavitega zakrilca in sprednjega predkrilca, ki omogoča večje vpadne kote. Pri tem imata oba dizajna še veliki stranski plošči in Gurney zakrilce na zadnjem zakrilcu. Narejena je bila analiza višine zadnjega krila ter analiza vpadnega kota, kot tudi vpliv sprednjega krila na zadnje krilo.

Rezultati numeričnih simulacij kažejo, da je smiselna čim višja postavitev zadnjega krila, ki pa je omejena s pravilnikom. Osnovni dizajn doseže pri višini 760 mm od tal maksimalno potisno silo pri vpadnem kotu 8° , medtem ko naprednejši dizajn doseže le-to pri kotu 24° , in sicer za 6 % večjo. Sila upora krila je zaradi večje potisne sile drugega dizajna tudi večja, vendar je pri nizkih hitrostih formule nepomembna, saj ne predstavlja velikega odjema moči motorja pri pospeševanju. Še večja razlika med osnovnim in naprednejšim dizajnom se pojavi pri višji hitrosti saj aerodinamična sila raste s kvadratom hitrosti. Razlika se pojavi tudi pri velikih vpadnih kotih, ko pride do odcepitve oziroma porušitve toka. Pri osnovnem dizajnu je porušitev toka z večanjem vpadnega kota izrazita, medtem ko pri naprednem dizajnu ne pride do izrazite porušitve. Rezultati kažejo na prednost predkrilca pred dodatnim zakrilcem. Numerične analize tudi kažejo, da ima močno ukrivljeno sprednje krilo pozitiven vpliv na aerodinamiko zadnjega krila oziroma da je potrebno sprednje in zadnje krilo dizajnirati vzajemno.

Ključne besede: RANS simulacija, zadnje krilo, optimizacija, računska dinamika tekočin (RTD), potisna sila, aerodinamika vozil