

Tytuł: Application of Model Based System Engineering (MBSE) methods in designing hybrid and electric propulsion system for aircraft

Autor: mgr. inż. Magdalena Peciak

Promotorzy: dr. hab. inż. Wojciech Skarka, prof. PŚ., Prof. Dr.-Ing. habil. Maik Gude

Słowa kluczowe: alternatywne systemy napędowe, Model-Based Systems Engineering (MBSE), proces projektowy samolotu, modele parametryczne

Streszczenie:

Analizując emisje CO₂ w transporcie, należy zauważyć, że samoloty nie są największymi emitentami, ale w przeciwieństwie do innych form transportu, samoloty emitują zanieczyszczenia na wysokości, a tym samym przyczyniają się do powstawania chmur cirrus. Chmury te działają jak koc: z jednej strony zmniejszają ilość ciepła dostarczanego przez Słońce, a z drugiej zapobiegają wypromieniowaniu nadmiaru ciepła z powierzchni Ziemi, co jest szczególnie ważne w nocy. Z tego powodu konieczne jest wprowadzenie bezemisyjnych i niskoemisyjnych systemów napędowych w lotnictwie.

Chociaż duże samoloty pasażerskie odpowiadają za prawie wszystkie emisje, lotnictwo ogólne (GA) jest lepszym punktem wyjścia do wprowadzania zmian i opracowywania nowych rozwiązań w lotnictwie, niż miało to miejsce w przeszłości. Wynika to z większej różnorodności samolotów GA i elastyczności w projektowaniu. Ponadto obecny poziom rozwoju niektórych alternatywnych komponentów napędowych i ich charakterystyka, zwłaszcza w odniesieniu do masy, pozwala na ich zastosowanie tylko w mniejszych samolotach.

Jednym z problemów związanych z wykorzystaniem alternatywnych układów napędowych w lotnictwie jest brak danych historycznych, na których opiera się konwencjonalny proces projektowania statków powietrznych oraz potrzeba integracji nowych parametrów charakteryzujących alternatywne układy napędowe. Z tego powodu projektowanie statku powietrznego od podstaw dla nowego układu napędowego jest procesem długotrwałym i kosztownym. Ponadto, szczególnie w przypadku napędów hybrydowych, kolejnym aspektem do przeanalizowania jest strategia zasilania, która bezpośrednio wpływa na zasięg i osiągi samolotu. Strategia ta określa, w jaki sposób różne źródła energii przyczyniają się do napędzania śmigieł, w stałym tempie lub zmieniając się w zależności od fazy lotu i czynników, takich jak dostępny poziom energii.

Celem niniejszej rozprawy jest opracowanie adaptacji procesu projektowania samolotu dla alternatywnych układów napędowych. Głównym założeniem, na którym opiera się opracowana adaptacja procesu projektowania, jest powiązanie wartości głównych sił działających na statek powietrzny z jego parametrami projektowymi. Aby to osiągnąć, parametryczne modele alternatywnych układów napędowych i samolotu są opracowywane i integrowane z procesem projektowania przy użyciu podejścia Model-Based Systems Design (MBSD), które pozwala na zastąpienie brakujących danych historycznych danymi opartymi na modelu. Co więcej, proponowana adaptacja pozwala również na ściślejszą współpracę między producentami samolotów a dostawcami układów napędowych i magazynów energii.

Model napędu umożliwia określenie wymaganych parametrów jego głównych komponentów w oparciu o misję lotniczą, dla której statek powietrzny jest projektowany. Znajomość tych parametrów pozwala oszacować rozmiar i wagę komponentów, co z kolei wspiera optymalny projekt płatowca przy użyciu parametrycznego modelu samolotu. Takie podejście umożliwia przeanalizowanie parametrów napędu w bardzo krótkim czasie, wybranie odpowiedniej strategii jego działania w przypadku zastosowania więcej niż jednego źródła energii, zbadanie różnych parametrów misji lotniczej i opracowanie optymalnej koncepcji płatowca, biorąc pod uwagę od samego początku integrację głównych komponentów alternatywnego napędu.

Adaptacja procesu projektowania samolotu opracowana w niniejszej rozprawie została zastosowana do zaprojektowania koncepcji samolotu GA dla czterech osób z napędem elektrycznym z zasilaniem ogniwnem wodorowym.

Podejście to jest uniwersalne i może być również stosowane do dronów lub innych typów samolotów również z konwencjonalnym układem napędowym.