

Zastosowanie technik komputerowych podczas budowy pojazdu bezzałogowego

Filip Polak¹

*Military University of Technology
Faculty of Mechanical Engineering
Institute of Motor Vehicles and Transportation
00-908 Warsaw 49, Gen. Witolda Urbanowicza 2 St*

¹autor: filip.polak@wat.edu.pl

Streszczenie. Projektowanie nowych urządzeń czy też całych systemów oraz ich udoskonalanie wymaga zarówno dużego nakładu czasu jak i środków finansowych, niezbędnych do przewidzenia zachowania projektowanego urządzenia oraz przeprowadzenia prób zbudowanych demonstratorów tych urządzeń i wprowadzenie dalszych zmian w miarę konieczności. Takie próby pociągają za sobą zdobycie nowej wiedzy, ale również nierzadko konieczność wykonania dalszych prac projektowych i kolejnych testów udoskonalonych w ten sposób urządzeń. W czasach, gdy nie było do dyspozycji komputerów oraz systemów wspomagających projektowanie, nakłady ludzkie oraz finansowe potrzebne na zaprojektowanie i wytworzenie działającego urządzenia były znacznie większe. Wprowadzenie wspomaganie komputerowego skróciło proces badawczo-projektowy i część kosztownych prób prowadzonych przed uruchomieniem prototypu urządzenia, które coraz częściej, po wprowadzeniu niewielkich zmian (nie licząc badań niszczących), nie różni się wiele od egzemplarzy wprowadzanych do produkcji. Skrócenie czasu pomiędzy fazą założeń a fazą powstania prototypu możliwe jest dzięki równoległemu projektowaniu oraz prowadzeniu badań symulacyjnych tych obiektów w środowisku wirtualnym. Prezentowany artykuł opisuje proces powstawania od podstaw obiektu, którym jest bezzałogowy pojazd lądowy z napędem hybrydowym, od etapu wymagań, jakie pojazd powinien spełniać, etapu założeń do budowy pojazdu, przeprowadzenia symulacji w środowisku wirtualnym, wprowadzeniu poprawek a następnie wykonania wirtualnego modelu pojazdu. Ostatnimi etapami była budowa rzeczywistego obiektu i próby laboratoryjne pojazdu. Do realizacji celu zostały użyte programy zarówno do projektowania 3D jak i oprogramowanie do symulowania zachowania wielodzielinowych systemów mechatronicznych.

1. WSTĘP

Budowa nowego urządzenia spełniającego określone wymagania, jest zadaniem wieloetapowym i nie należy do łatwych. Nowoczesne metody zarządzania projektami dążą do skrócenia czasu potrzebnego do opracowania działającego obiektu oraz, dzięki zastosowaniu technik komputerowych, przeprowadzenia jak największej ilości badań symulacyjnych w środowisku cyfrowym, coraz wierniej odwzorującym warunki rzeczywiste. Spowodowane jest to niższymi kosztami przeprowadzania prób tych obiektów w środowisku wirtualnym a przeprowadzane w środowisku rzeczywistym badania coraz częściej sprowadzają się do potwierdzenia wyników uzyskanych komputerowo, jako najoptymalniejsze rozwiązanie. Dzieje się tak ze względu na konieczność ograniczania kosztów budowy nowego urządzenia. W zarządzaniu projektem i czasem jego życia wyróżniamy dwie główne składowe: niezidentyfikowane ryzyko i niepewność projektu oraz koszt wprowadzania zmian w projekcie (rys. 1). Na początku każdego projektu mamy do czynienia z dużą ilością niewiadomych wynikających z założeń konstrukcyjnych i wymagań stawianych projektowanemu obiektowi. Paradoksalnie, na tym etapie wprowadzanie zmian jest mało kapitałochłonne. Wraz z trwaniem projektu wprowadzanie zmian pociąga za sobą większe koszty, pomimo zmniejszenia niewiadomych.

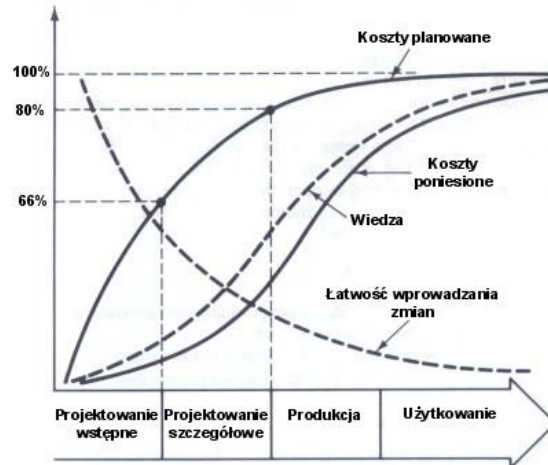


Fig. 1 Koszty planowane i poniesione w odniesieniu do cyklu życia produktu [2]

Na tym etapie oprócz prostych obliczeń matematycznych, stosowane jest oprogramowanie CAD. Zastosowanie oprogramowania do projektowania w środowisku 3D jest bardzo popularne, gdyż umożliwia wprowadzanie zmian w dokumentacji praktycznie na bieżąco. Wraz z obniżeniem kosztów zakupu i używania tego rodzaju oprogramowania, coraz więcej firm i instytucji wprowadza ten rodzaj projektowania, coraz częściej rezygnując z typowej dokumentacji 2D, zarówno w formie drukowanej jak i cyfrowej.

Programy wykorzystujące mniej lub bardziej zaawansowane narzędzia do symulowania zachowania się całych projektowanych systemów lub poszczególnych elementów odgrywają coraz większą rolę w procesie projektowania. Ten typ oprogramowania umożliwia przeprowadzanie większości testów laboratoryjnych lub terenowych na etapie projektu będącego w fazie wirtualnej. Możliwe jest prowadzenie testów akceptacyjnych, systemowych i modułowych według tzw. modelu V lub inaczej zwanego modelu sekwencyjnego [3]. Model ten zawiera dwie podstawowe fazy (rys. 2): specyfikacji lub inaczej projektowania (strona lewa) oraz weryfikacji (prawa strona wykresu). Zaletą prowadzenia projektu według tego modelu jest równoległe prowadzenie faz po lewej i po prawej stronie wykresu na tym samym stopniu szczegółowości, co niewątpliwie skraca czas i na wczesnym etapie umożliwia wychwycenie i eliminację większość błędów.

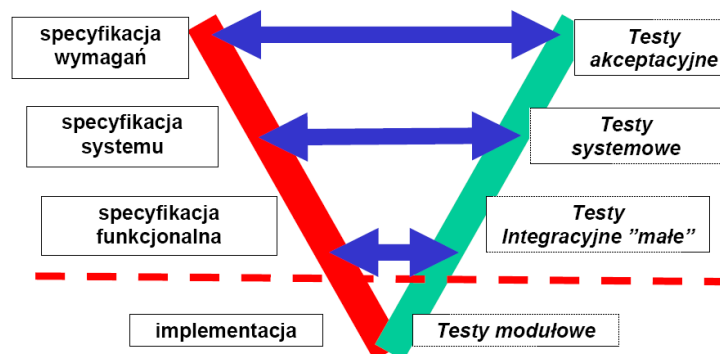


Fig. 2 Przykładowy model V [1]

2. OPIS PROJEKTOWANEGO OBIEKTU

Bezzałogowy pojazd lądowy z hybrydowym układem napędowym powstał w wyniku realizacji pracy Nr O N502 0859 37 – „Opracowanie hybrydowego zespołu napędowego małej platformy bezzałogowej, który szerzej został opisany w [4, 5]. Widok pojazdu, podczas badań terenowych przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Pojazd z hybrydowym układem napędowym

3. PROJEKTOWANIE POJAZDU

Podczas prac na pojazdem, w zależności od etapu projektu i zaawansowania prac, wykorzystywano trzy programy komputerowe. Były to:

- a) MS Excell,
- b) Siemens AMESim,
- c) Dassault Systeme SolidWorks.

Podczas etapu formułowania wymagań i założeń, wykorzystano znane oraz powszechnie stosowane narzędzie, jakim jest program MS Excell do wyznaczenia kluczowych wielkości takich jak prędkość maksymalna pojazdu oraz wymagany moment obrotowy czy np. siła potrzebna na pokonanie oporów działających na pojazd. Do realizacji tego celu, w arkuszu kalkulacyjnym zostały wpisane zależności matematyczne opisujące ruch pojazdu zgodnie z teorią ruchu pojazdu i sił na niego działających.

Dane wyjściowe posłużyły następnie do zbudowania modelu matematycznego w środowisku AMESim i dokładniejsze jego przebadanie w różnych warunkach ruchu. Program ten umożliwia budowę dowolnego obiektu z gotowych modułów, które można łączyć ze sobą w większe podzespoły. Pod każdym z tych modułów kryje się matematyczny opis jego funkcjonowania lub zbiór danych z pomiarów rzeczywistych danego elementu, czy też podzespołu. Niewątpliwą zaletą jest możliwość szybkiej optymalizacji wybranego parametru, na który składa się dwie lub więcej zmiennych. Pozwala to na wyznaczenie takiego zakresu pracy, z uwzględnieniem innych czynników, który spełnia postawione w etapie poprzednim wymagania. Jednym z przykładów takiego parametru podczas prac nad pojazdem było wyznaczenie pojemności akumulatora elektrochemicznego, umożliwiającą działanie pojazdu w ściśle określonych warunkach lub mocy generatora prądowórczego ładującego ten akumulator.

Posiłkując się wynikami otrzymanych symulacji możliwe było stworzenie dokumentacji technicznej pojazdu za pomocą programu SolidWorks. Model ten, umożliwił wizualizację 3D elementów pojazdu i ich wzajemną współpracę, np. zakres ruchu wahacza i amortyzatora względem kadłuba czy zastosowanie określonego rodzaju materiału do wykonania elementów pojazdu uwzględniającego siły działające na pojazd w terenie.

Stosowanie tych programów odbywało się zarówno równoległe jak i wyniki z jednego programu wykorzystywano do optymalizacji obiektu w drugim programie. Takie działanie pozwoliło na skrócenie czasu projektowania oraz ostatecznie, zakup elementów, których działanie dzięki ich zamodelowaniu i wykonaniu prób w środowisku wirtualnym, było znane i pożądane ze względu na postawione założenia.

Dodatkowo, w celu dokładniejszego odwzorowania modelu matematycznego pojazdu, wykonano szereg badań laboratoryjnych podzespołów a otrzymane charakterystyki wykorzystano do dokładnego ich zamodelowania [6, 7].

4. CONCLUSIONS

- Artykuł w sposób skrótowy opisuje proces powstawania pojazdu z napędem hybrydowym oraz narzędzia, jakie zostały w tym celu wykorzystane do osiągnięcia tego celu

- Dzięki zastosowaniu technik komputerowego wspomagania procesu projektowania, zarówno graficznego jak i obliczeniowego, możliwe było stworzenie od podstaw pojazdu w ograniczonym czasie oraz z ograniczonym budżetem,
- Zastosowanie programu AMESim do badań symulacyjnych umożliwiło odwzorowanie zachowania się pojazdu i jego podzespołów na etapie projektu i wczesne wykrycie błędów, ograniczając w ten sposób zarówno czas jak i nakłady finansowe niezbędne do osiągnięcia zamierzonego celu,
- Dzięki dokładnemu odwzorowaniu poszczególnych podzespołów, z jakich składa się pojazd, wykonane testy w środowisku wirtualnym miały na celu potwierdzenie przyjętego modelu i budowę działającego prototypu pojazdu bez wielokrotnych przeróbek.

LITERATURA

1. Nowakowska J., Stapp L., Test Driven Development, kwartalnik TESTER.PL, nr 4, str.28
2. Fabrycky W.J., Blanchard B.S., Life-cycle cost and economic analysis, Prentice Hall, 1991.
3. Forsberg K., Mooz H., The Relationship of System Engineering to the Project Cycle, in Proceedings of the First Annual Symposium of National Council on System Engineering, October 1991: 57–65.
4. Polak, F., Szczęch, L., Walentynowicz, J., *Napęd lekkiej platformy bezzalogowej do działań w terenie zurbanizowanym, Technologie podwójnego zastosowania*, Wybrane technologie Wojskowej Akademii Technicznej, praca zbiorowa pod redakcją naukową Andrzeja Najgebauera, s. 491-500, WAT, Warszawa 2012.
5. Polak, F., Walentynowicz, J., *Simulation of the hybrid propulsion system for the small unmanned vehicle*, Journal of KONES, ISSN 1231-4005, Vol. 18, No. 1, Institute of Aviation, 2011.
6. Polak F.: *Verification of LiFePO₄ battery mathematic model*, Journal of KONES Powertrain and Transport, Warszawa 2016.
7. Polak F.: *Comparison parameters of permanent magnets synchronous engine from test bench with platform for multi-domain mechatronic systems simulation*, ARMAMENT AND TECHNICS OF LAND FORCES, Liptovský Mikuláš 2014, ISBN 978-80-8040-500-7; str. 106-114.