

Dominik Stasiak

PROTOTYPOWA ANALIZA KONSTRUKCYJNA STATKU BEZZAŁOGOWEGO OPIUM – CZĘŚĆ 1

Streszczenie (abstrakt):

Przeprowadzono analizy i obliczenia oraz wyznaczono podstawowe rozmiary Opium – wysokość, długość, miejsce położenia punktu ciężkości, długość krawędzi skrzydła, podstawowe kąty. Wyznaczono też oczekiwaną wartość masy oraz prędkości do których należy dążyć. Przedstawiono potencjalne problemy związane z aerodynamiką oraz możliwe rozwiązania.

Wstęp

W celu zachowania jasności, wymiary Opium będą podawane (zawsze) w następujących jednostkach: masa – kg, rozpiętość, długość, itp. – mm, prędkość – m/s, powierzchnia – mm².

Liczby tu podane stanowią jedynie pierwszą wartość prototypową, nie należy twardo się ich trzymać. Miejsca po przecinku w przypadku milimetrów są ograniczone wyłącznie do połówek (np. 12.5 mm) w związku z problematycznością pomiarów i niedokładnością. W przypadku elementów samodzielnego wytwarzania, przyjąć można tolerancję symetryczną 1mm, natomiast celem do którego należy dążyć jest <0.5mm.

Celem obliczeń oraz analiz było wyznaczenie podstawowych danych, bez których niemożliwy jest dalszy rozwój projektu. Zaawansowane modelowanie aerodynamiczne może okazać się zbyt skomplikowane i trudne na tym etapie, jak i w całym projekcie, toteż należy rozwiązać jak najwięcej problemów związanych z zachowaniem w powietrzu oraz zbytnio sobie tego nie utrudniać.

Zasadą, którą trzeba mieć w głowie przez cały proces konstrukcyjny Opium, oraz przy czytaniu jego dokumentacji, jest jak największa normalizacji elementów statku. Należy wykorzystywać jak najwięcej ustandaryzowanych wymiarowo elementów takich jak gwinty czy śrubki. Im mniejszy element, tym większe potencjalne problemy przy jego samodzielnym wytwarzaniu.

Analiza popularnych modeli latających skrzydeł

Nazwa	Masa	Rozpiętość	Długość	Wysokość	Prędkość
Lockheed RQ-170	(zaburzona przez paliwo)	11,58 m	4,5 m	1,84 m	Naddźwiękowa
Airelectronics X-8	2,2 kg (do 5,5 kg z ładunkiem)	2,12 m	-	-	55-110 km/h
Skywalker X-5	0,323 kg (do 2,5 kg z ładunkiem)	1,18 m	0,55 m	-	60-70 km/h
Sonicmodel	0,5 kg	1 m	0,45 m	-	30+ km/h
PT Kraken Mkr2	1,542 kg	1,79 m	-	-	-
PT Mighty Arrow Mkr2	0,170 kg	0,736 m	-	-	-
B2*	152 600kg	52,12 m	20,9 m	5,1 m	0,78Ma

Do analizy wybrano popularne modele bezzałogowców o układzie latającego skrzydła, bez względu na zastosowanie, napęd czy materiały. Dodano także parametry samolotu B2, który z wiadomych względów stanowi tutaj jedynie odniesienie do konstrukcji „normalnego” samolotu. Natomiast jego wartości proporcji pomiędzy poszczególnymi rozmiarami są przydatnymi informacjami.

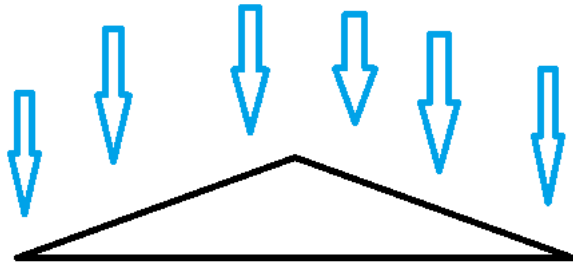
Odnosić należy też, że modele PK Mkr2, to wyłącznie kadłuby do dalszego samodzielnego wyposażenia.

Na podstawie tabeli podjęto następujące wnioski:

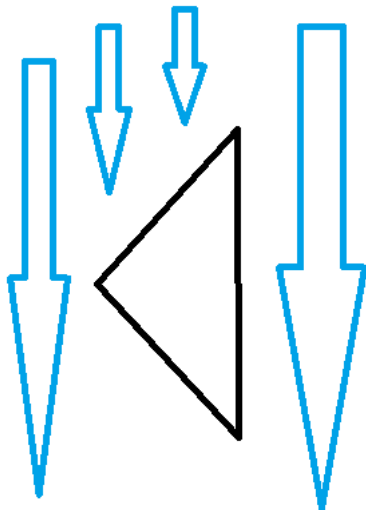
- Proporcja długości do rozpiętości powinna wynosić od 40% do 55%
- Proporcja wysokości do rozpiętości powinna wynosić od 10% do 15%
- Proporcja wysokości do długości powinna wynosić od 25% do 33%
- Wysoko prawdopodobnym jest zwiększenie rozpiętości do rozmiarów większych niż 50 cm (w tabeli brak modelu mniejszego niż 70 cm)
- Oczekiwana prędkość wynosi minimum 8,3 m/s [30km/h]

Aerodynamika – problemy

Najważniejszymi problemami jakie stoją przed Opium są: oderwanie od ziemi oraz utrzymanie stabilności w powietrzu. O ile rozwiązania problemu pierwszego są jasno wpisane w projekt, drugi z nich należy szerzej rozważyć.



Rysunek 1 Podstawowy przepływ powietrza

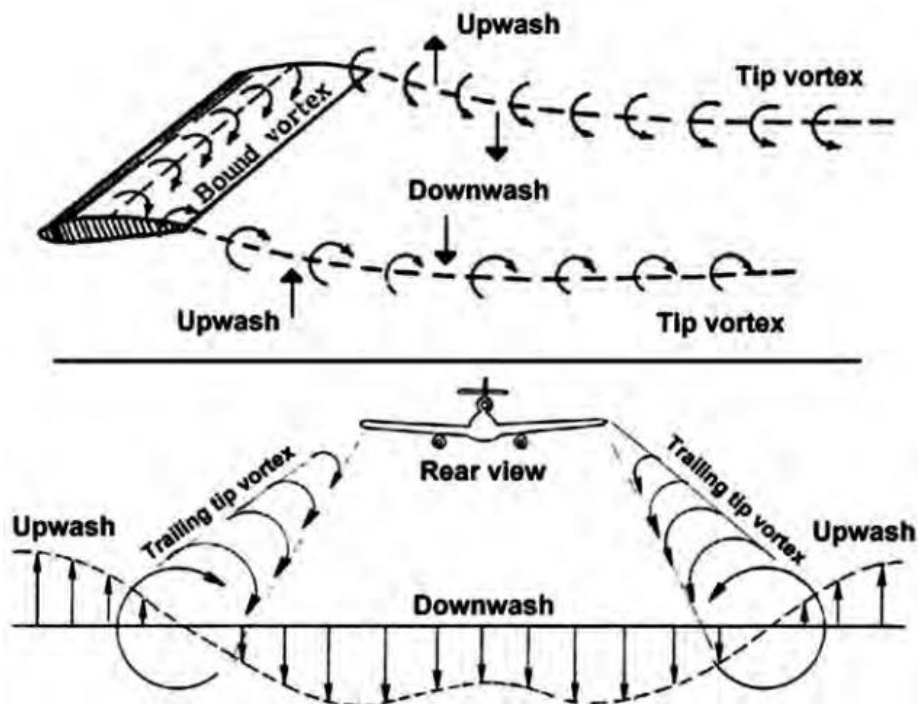


Rysunek 2 Zaburzona pozycja statku

Rysunek 1 oraz 2 przedstawiają uproszczony model statku i ruch powietrza nie uwzględniając wiatru ani innych zaburzeń, obserwowane z góry. Potencjalny i często spotykany problem wśród konstrukcji latających skrzydeł to utrata stabilności, prowadząca następnie do wahadłowego wirowania celem przywrócenia równowagi. W momencie który przedstawia rysunek 2, gdy jeden bok skrzydła zostaje mocniej popchnięty do tyłu od drugiego, konstrukcja zostaje „zarzucona”, czego następstwem jest ruch podobny do wahadła zegarowego – próba wyrównania lotu. Tym samym samolot zaczyna kręcić się, próbując unormować ruch.

Od konstrukcji Opium nie należy oczekiwać ani pokonywania silnych warunków atmosferycznych, ani zdolności do wykonywania manewrów akrobacyjnych. Za cel stanowi tu utrzymanie stabilnego, kontrolowanego lotu oraz możliwość wykonywania prostych manewrów.

Kolejny problem to powstawanie oporu indukowanego. Gdy powietrze przemieszcza się wokół skrzydła, tworzą się wiry na końcach skrzydeł. Te wiry generują opór indukowany, energia jest tracona na ich powstawanie. W przypadku tak małego pojazdu, może być to problem znikomy, bądź bardzo poważny, choć personalnie zakładam to pierwsze.

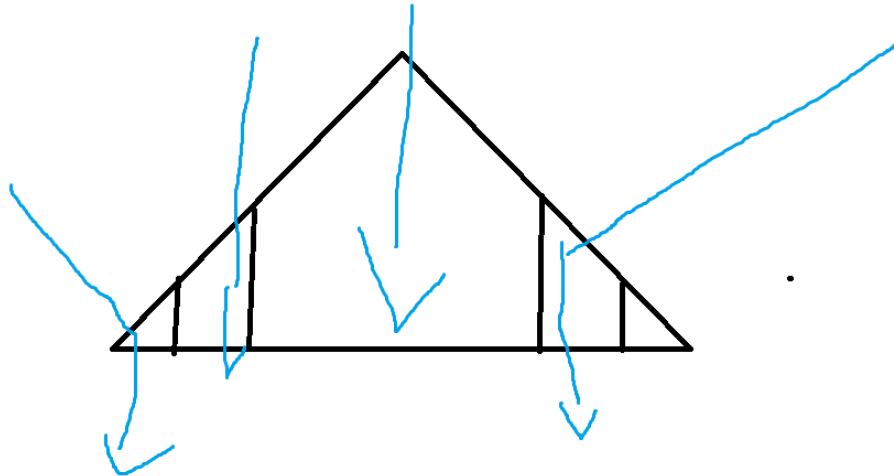


Rysunek 3 układ ścieżki wirowej powstającej za skrzydłem. (wg. „V – Formation Flight of Birds” - - <http://www.aerospaceweb.org/question/nature/q0237.shtml>)

Ostatni problem który na ten moment poruszono to problem wagi statku. Należy jednocześnie utworzyć lekką konstrukcję będącą w stanie wytrzymać obciążenia związane z lotem, a także zabezpieczyć ją przed uszkodzeniami fizycznymi. Masę którą można zaoszczędzić np. w skrzydłach, należy wykorzystać na wzmocnienie najcenniejszych układów takich jak komputer pokładowy i napęd.

Proponowane rozwiązania

Propozycją która może znacząco poprawić zachowanie i stabilność statku w powietrzu jest umieszczenie na całej długości skrzydła czterech niskich (20mm?) grzebieni aerodynamicznych.



Rysunek 4 Przepływ powietrza w statku z grzebieniem aerodynamicznym

Takie rozwiązanie sprawi, że powietrze będzie poruszało się przez wyznaczone tory, a wiry będą redukowane. To oczywiście nie jest jedyne rozwiązanie, tak samo jak dalszej analizy wymaga ich rozmiar, ich ilość, oraz ich położenie. Może należy je umieścić na dole statku?

Rozmiary Opium

Po przeprowadzeniu obliczeń, pierwsze wymiary Opium prezentują się następująco:

- Kąt z przodu (sweep angle?) jest równy 90 stopni
- Rozpiętość skrzydeł zwiększona do 350 mm
- Długość statku wyznaczona na 192,5 mm (plus śmigło)
- Długość krawędzi skrzydła wynosi 247,5 mm
- Powierzchnia samolotu jest szacowana (z dużym naciskiem na słowo szacowana) na 14 500 mm²
- Punkt ciężkości umieszczono na długości 48 mm, tu też wyznaczono najwyższy punkt statku
- Proporcja górnej połowy do dolnej 2:1 (Nie należy się przejmować dokładnym profilem aerodynamicznym)
- Masę maksymalną (nieprzekraczalną!) ustalono na 4 kg

Bibliografia

-<https://youtu.be/gkb11eKXM14?si=mh4wTkIGIvqu-ltA>

-https://youtu.be/x2Cn3vIb6gw?si=w6_kkIaARudoDhiJ

-<https://www.youtube.com/watch?v=aSD69jdi2CE&pp=ygULZmx5aW5nIHdpbmc%3D>

-<https://www.youtube.com/watch?v=aSD69jdi2CE&pp=ygULZmx5aW5nIHdpbmc%3D>

-C. Galiński – *Wybrane Zagadnienia Projektowania Samolotów*

-A. S. Elharouny, A. M. Youssef, M. Y. Zakaria, M. M. Abdel-Hameed - *Procedures for Mathematical Modeling for Small Unmanned Aerial Vehicles*