



**Skrzydło nośne
z układem śmigło - silnikowym
Innowacyjne rozwiązanie
napędu motoszybowca lub
samolotu**



PLAN PREZENTACJI



Geneza projektu

Istota rozwiązania skrzydła nośnego z układami śmigło – silnikowymi

Przykład realizacji

Wyniki badań w locie oraz symulacji

Kierunki badań dalszych

Podsumowanie

Geneza projektu



© Giorgio Varisco
www.golfvectorspotting.it

Geneza projektu

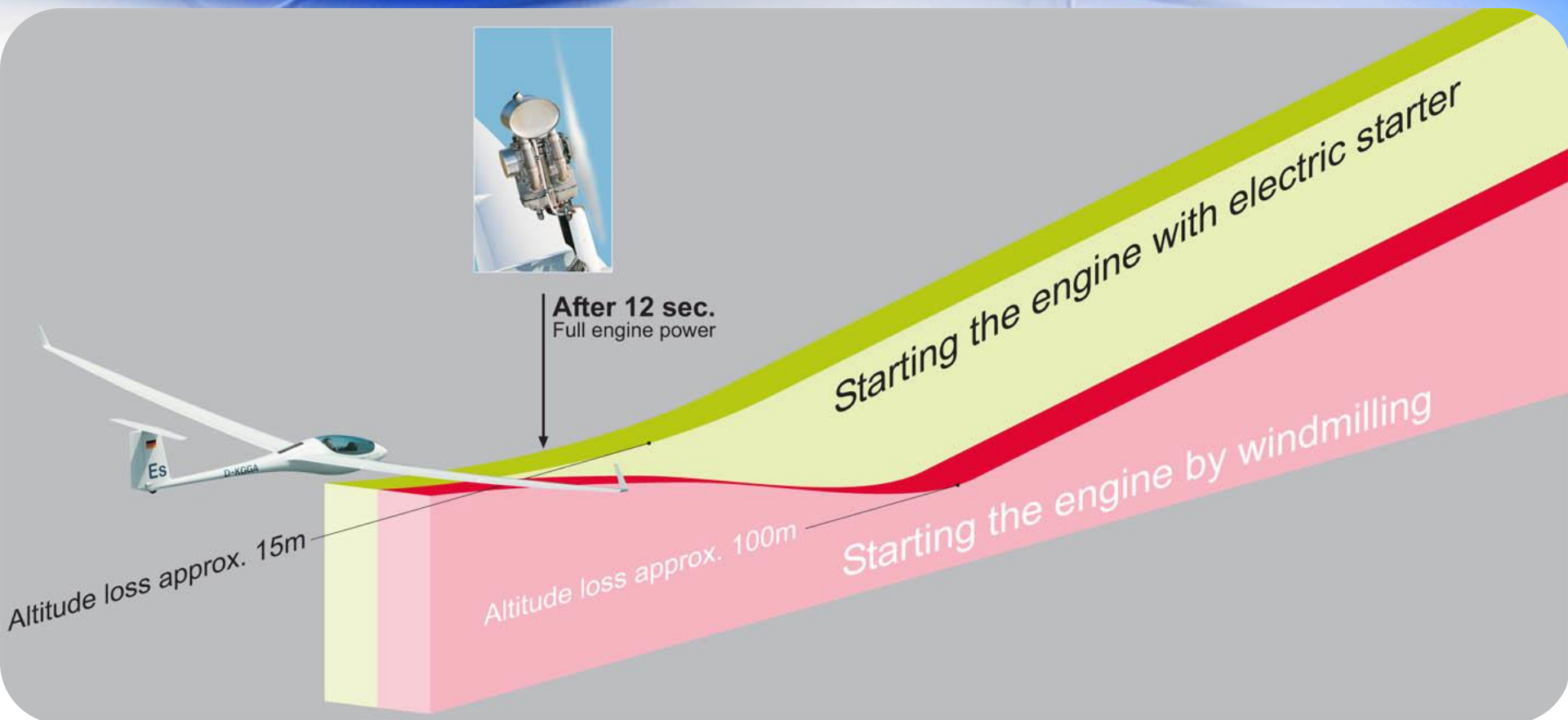
Typowe rozwiązanie napędu pomocniczego w szybowcu wykorzystuje silnik wysuwany z kadłuba w czasie lotu.

Zaletą jest niezakłócona aerodynamika szybowca, gdy silnik jest w pozycji spoczynkowej (pozostaje schowany w kadłubie).

Wadą, natomiast jest progowe pogorszenie aerodynamiki szybowca w momencie wysunięcia napędu. Skutkiem tego, szybowiec traci znaczną wysokość, zanim napęd zacznie pracować.



Geneza projektu





Geneza projektu

Sekwencje wysuwania i uruchamiania napędu pomocniczego w szybowcu ASH31 EM



Geneza projektu



Katastrofa szybowca
wskutek utraty wysokości lotu przy uruchamianiu
spalinowego napędu pomocniczego
Łysa Polana , kwiecień 2016

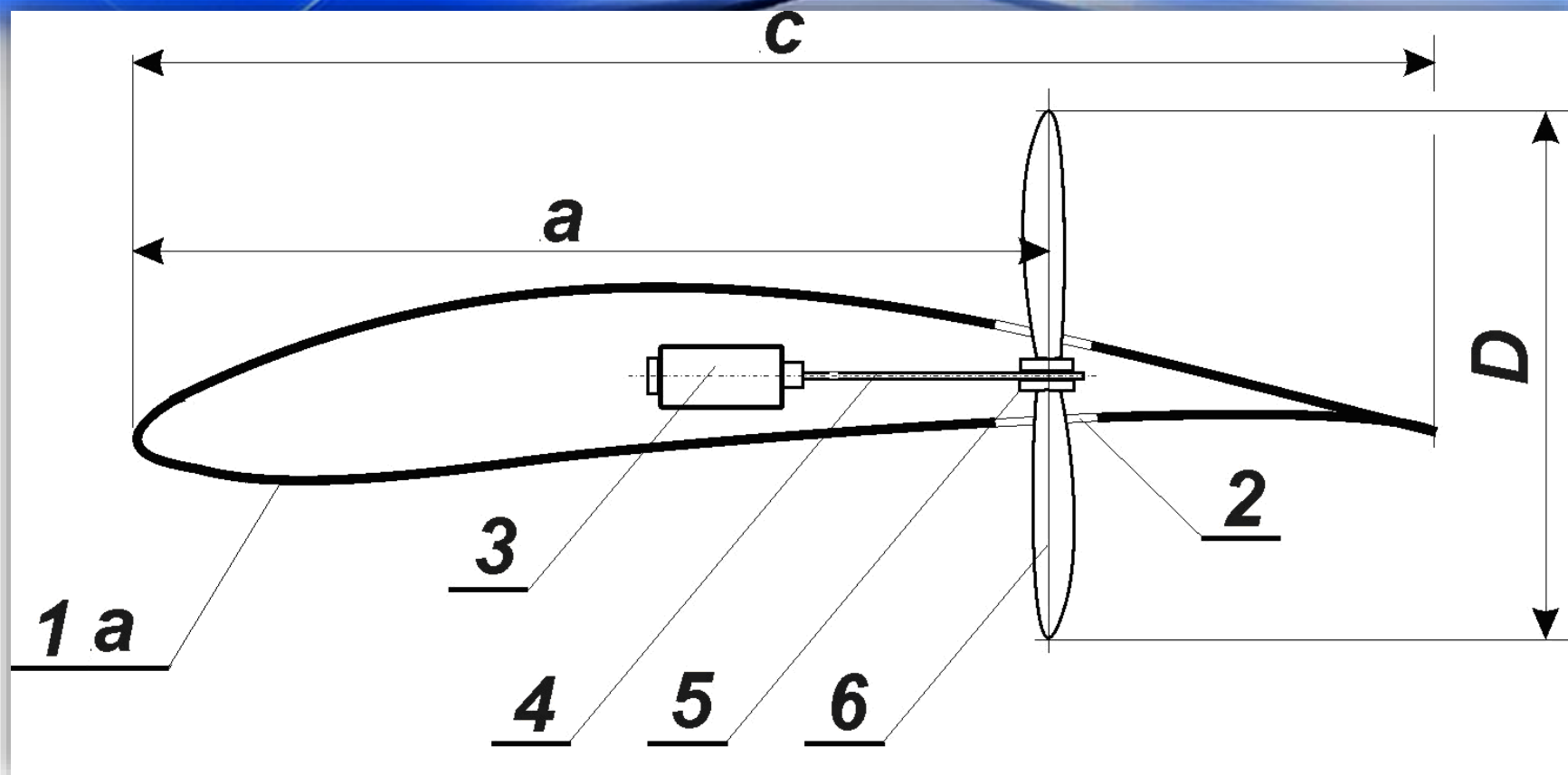


Istota rozwiązania



Istotą skrzydła nośnego z układem śmigło-silnikowym jest to, że wewnątrz skrzydła znajduje się silnik napędowy ze śmigłem, umieszczonym w otworze przelotowym, znajdującym się w poszyciu skrzydła.

Istota rozwiązania



Opis oznaczeń:

1a – poszycie skrzydła, 2 – otwory w poszyciu, 3 – silnik napędowy, 4 – wał napędowy, 5 – piasta śmigła, 6 - śmigło

Istota rozwiązania

Dostępne są obecnie silniki elektryczne o małych wymiarach i odpowiednio wysokiej mocy, możliwe do zastosowania w omawianym rozwiązaniu. Zastosowanie silnika spalinowego nie jest możliwe, głównie ze względu na wymiary, generowane drgania oraz konieczność zapewnienia zasilania (doprowadzenie powietrza i paliwa).

Proponowane rozwiązanie jest przykładem tzw. napędu rozproszonego (ang. *distributed propulsion*). Zamiast jednego, dużego silnika napędowego stosuje się kilka lub kilkanaście małych silników elektrycznych, co korzystnie wpływa na sprawność napędu oraz daje nowe możliwości, głównie w zakresie sterowania lotem.

Na kolejnym slajdzie przedstawiono przykład rozwiązania napędu w układzie tzw. napędu rozproszonego, przy czym silniki napędowe są zamocowane w gondolach naskrzydłowych, na stałe.

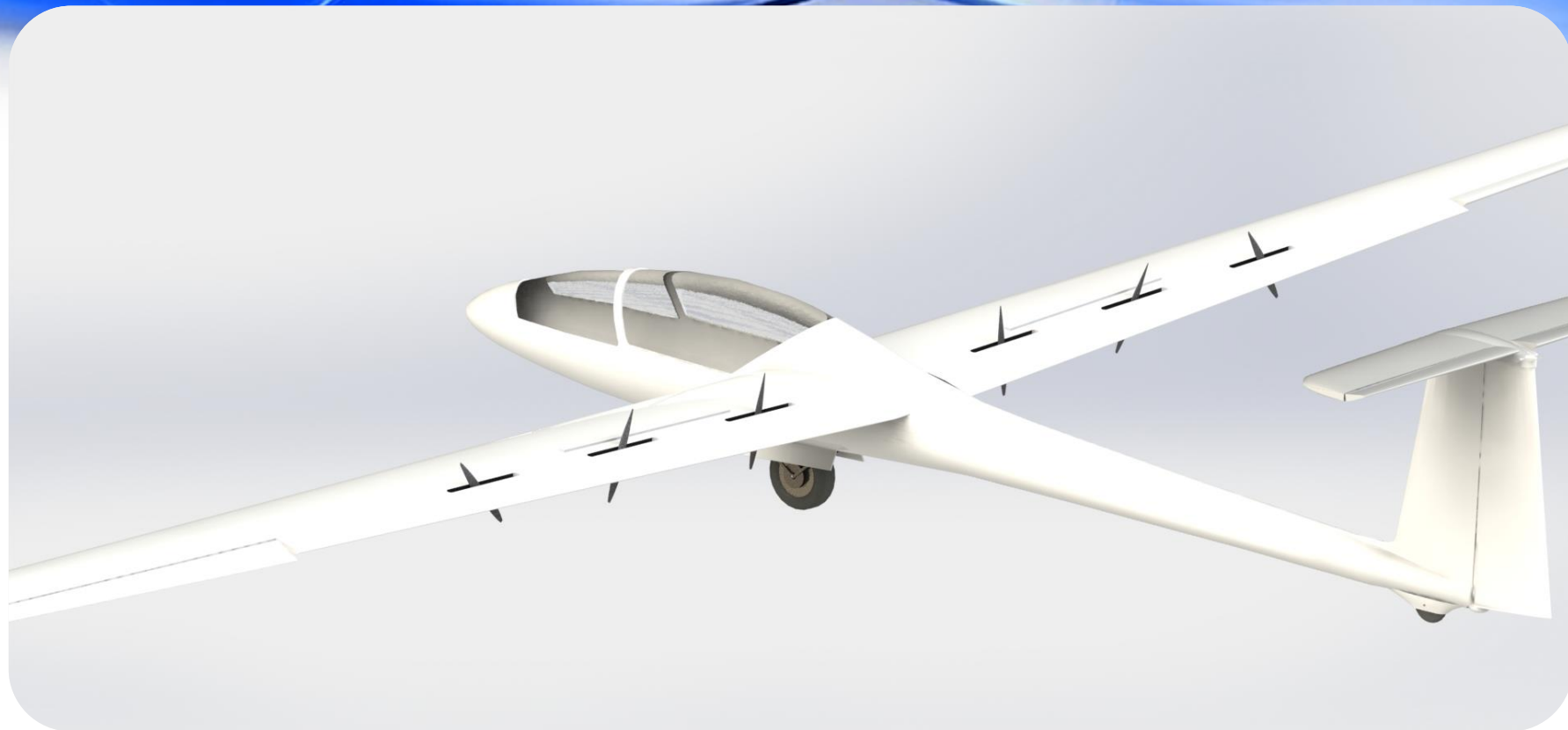


Istota rozwiązania



Eksperymentalne skrzydło nośne z 18 silnikami napędowymi w gondolach naskrzydłowych, przeznaczone do testów w ramach projektu NASA „*distributed propulsion*”

Istota rozwiązania



Projekt sposobu wykorzystania prezentowanego rozwiązania –
pomocniczy napęd szybowca

Istota rozwiązania

Korzyści wynikające z przedstawionego rozwiązania mogą być następujące:

- umożliwia włączanie i wyłączanie napędu w dowolnym momencie, wybranym przez pilota samolotu, w szczególności, w przypadku motoszybowca, gdy podczas lotu termicznego dochodzi do obniżenia wysokości przy braku prądów wznoszących;
- umieszczenie silnika lub silników napędowych w skrzydle poprawia charakterystykę aerodynamiczną samolotu redukując opór aerodynamiczny śmigła podczas lotu bez napędu do zera
- rozwiązanie umożliwia zastosowanie więcej niż jednego silników napędowych, dzięki czemu silniki napędowe mogą mieć mniejszą moc.



Istota rozwiązania

- możliwe jest sterowanie lotem wokół osi podłużnej i pionowej poprzez sterowanie prędkością obrotową silników napędowych.
- zastosowanie więcej niż jednego zespołu śmigło – silnikowego umożliwia zastosowanie śmigieł o małych wymiarach;
- rozwiązanie poprawia skuteczność sterowania lotkami poprzez nawiew lotek strumieniem zaśmigłowym;
- poprawia skuteczność działania klap skrzydłowych poprzez ich nawiew;
- korzystnym skutkiem jest również większa sprawność zespołu śmigło – silnikowego poprzez mniejsze straty na opływ bryły kadłuba w strumieniu zaśmigłowym.



Istota rozwiązania

Najważniejszą korzyścią z zastosowania prezentowanego rozwiązania, w przypadku pomocniczego napędu szybowca, jest praktycznie natychmiastowa dyspozycyjność siły ciągu, co przekłada się na brak utraty wysokości w momencie uruchamiania napędu.



Przykład rozwiązania



Przykładowa realizacja skrzydła nośnego z układami śmigło – silnikowymi



Model latający motoszybowca z czterema układami śmigło – silnikowymi w skrzydłach

Przykład rozwiązania

Model latający motoszybowca z czterema układami w skrzydłach

- rozpiętość skrzydeł 1500mm;
- masa w locie 850 g;
- napęd w wersji oryginalnej: 1 silnik elektryczny 120W, śmigło 150/80mm;
- napęd w wersji innowacyjnej: 4 silniki elektryczne 4x 25 W, śmigła 80/60mm.

Model wyposażony w aparaturę RC do sterowania lotem, autopilot 3-osiowy, GPS oraz aparaturę pomiarowo – badawczą:

- aparatura telemetryczna do przesyłu danych pomiarowych online;
- dajnik ciśnień – miniaturowa rurka Pitota;
- wysokościomierz;
- sensor GPS do pomiaru prędkości;
- amperomierz i woltomierz do pomiaru mocy pobieranej przez układ napędowy.



Przykład rozwiązania

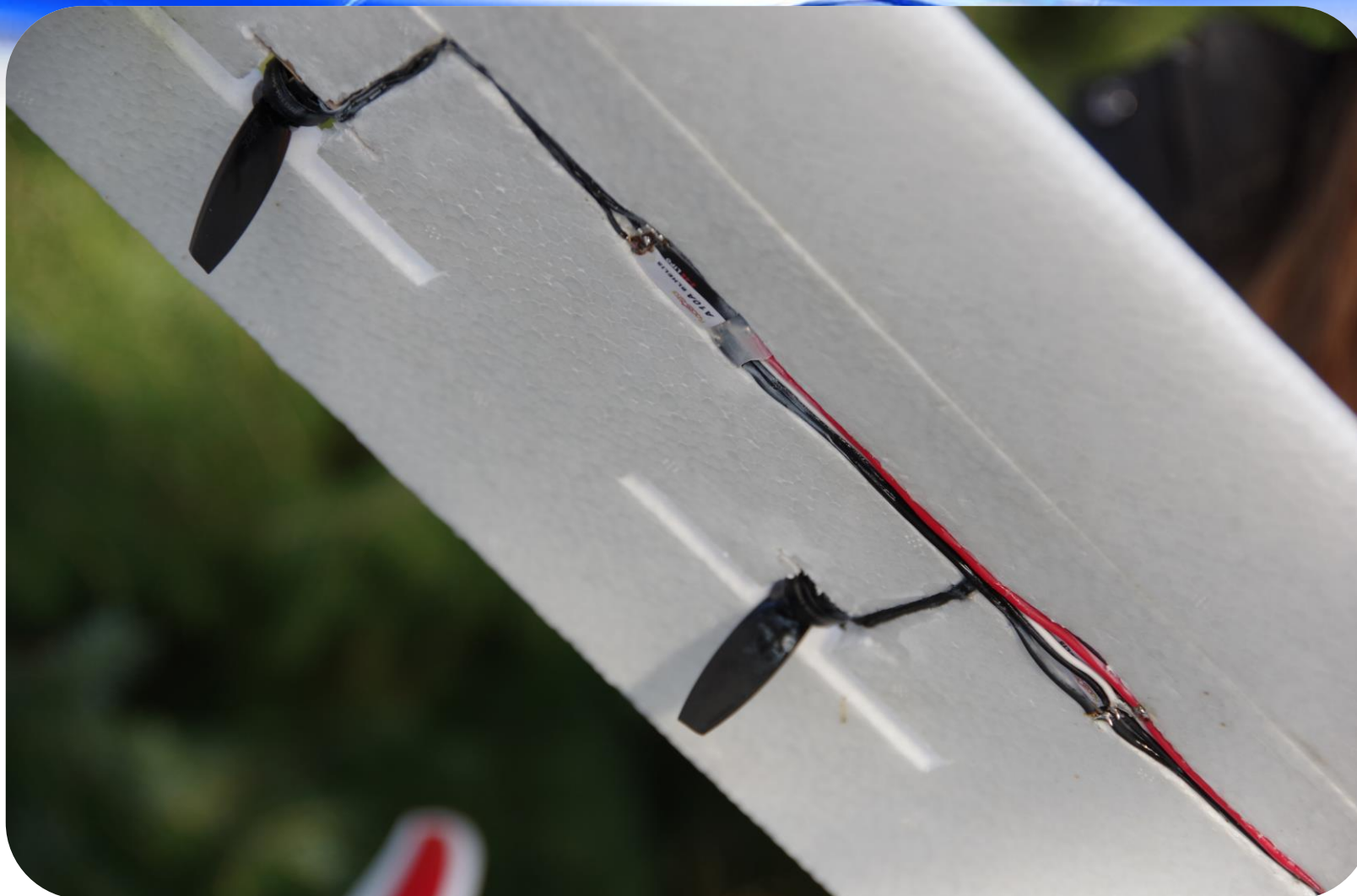


Przykład rozwiązania



Fragment skrzydła z układami
śmigła - silnikowymi

Przykład rozwiązania



Fragment skrzydła z układami
śmigła - silnikowymi w widoku
z dołu

Przykład rozwiązania



Pozycja robocza



Pozycja spoczynkowa – śmigła schowane w skrzydle

Fragment skrzydła z układami śmigła – silnikowymi w widoku z przodu

Przykład rozwiązania



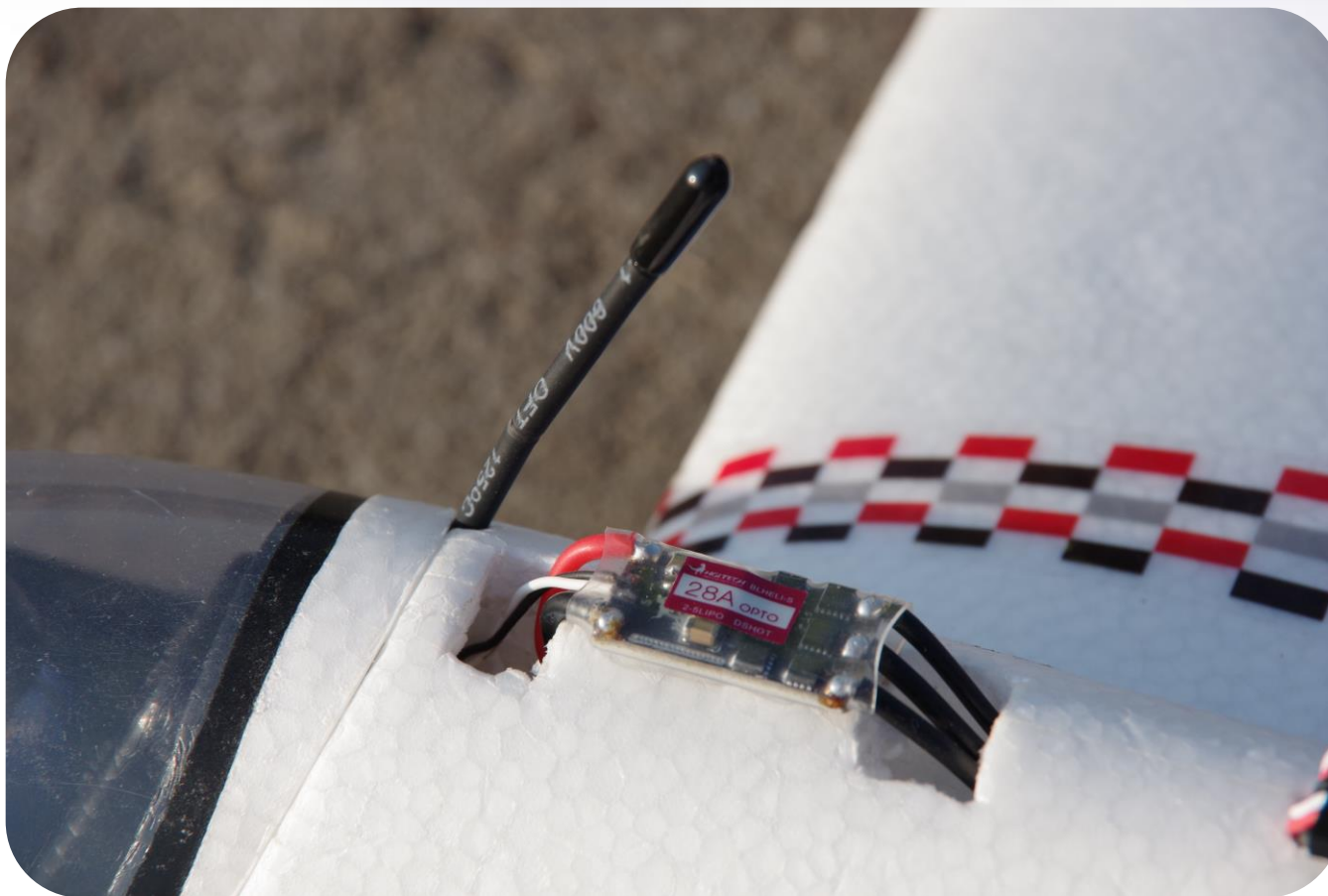
Dajnik ciśnień – rurka Pitota oraz sensor GPS



Przykład rozwiązania



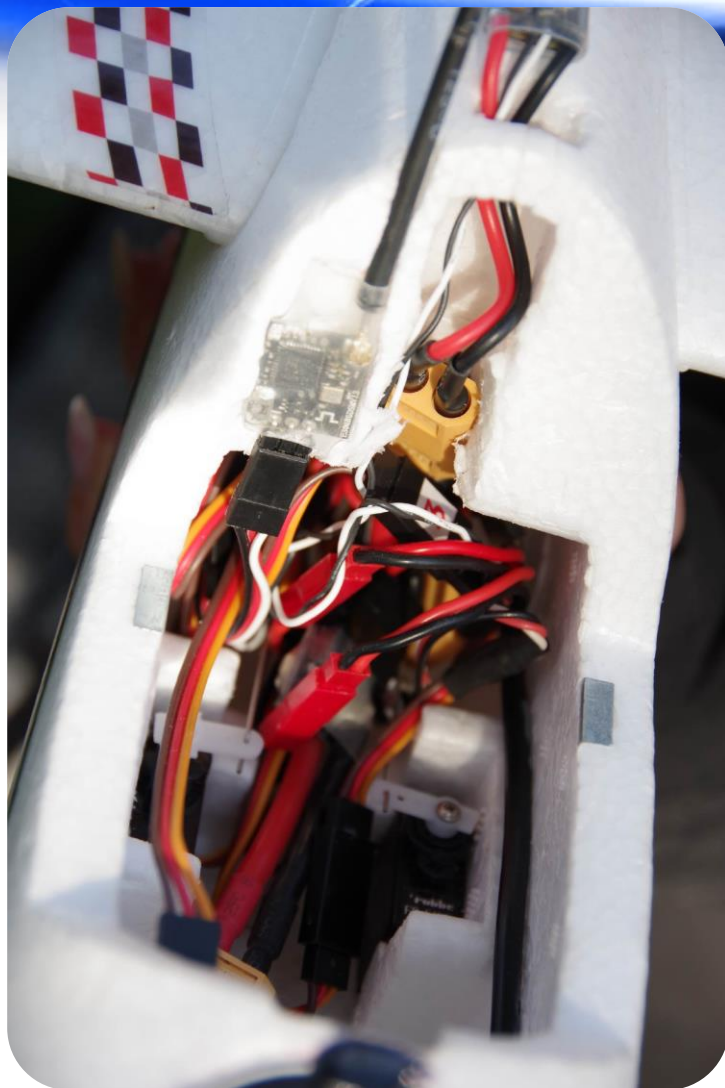
Aparatura telemetryczna



Przykład rozwiązania



Wyposażenie pokładowe



Zasilanie i system sterowania w kadłubie modelu

Próby w locie

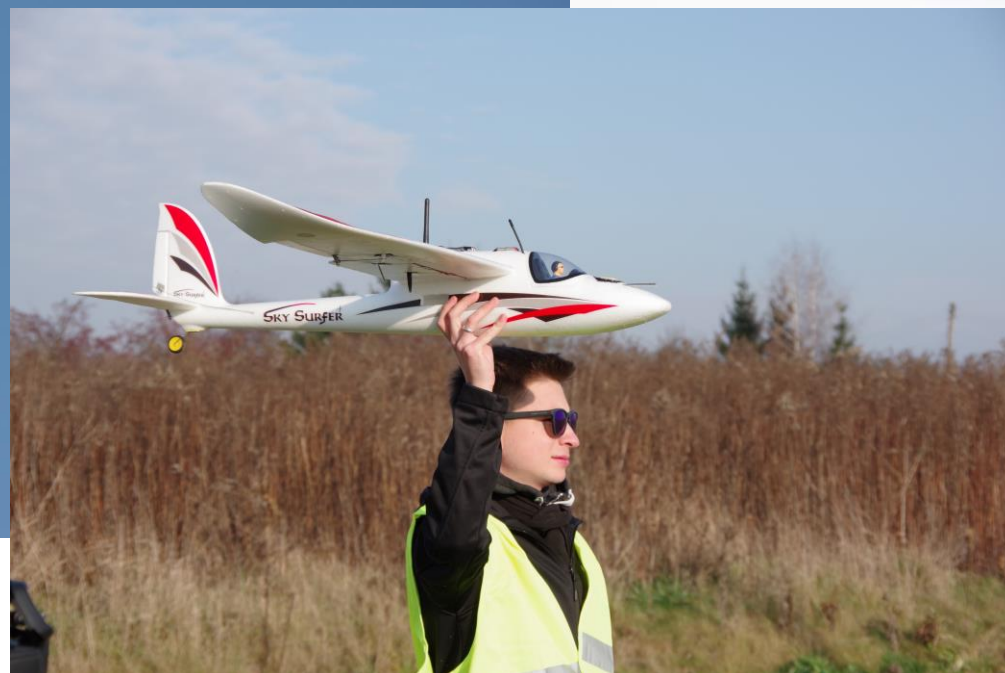
Przeprowadzono próby w locie modelu z prezentowanym rozwiązaniem układu napędowego.

Próby w locie wykazały:

- proponowany układ napędowy jest w pełni funkcjonalny: model lata, jest sterowny w pełnym zakresie prędkości, ma zdolność wznoszenia.
- układy śmigło – silnikowe działały prawidłowo, nie przegrzewały się.
- podwyższony poziom dźwięku hałasu generowanego przez model w locie.
- prędkość lotu badanego modelu była niższa od prędkości lotu z tradycyjnym układem z pojedynczym silnikiem ze śmigłem pchającym.

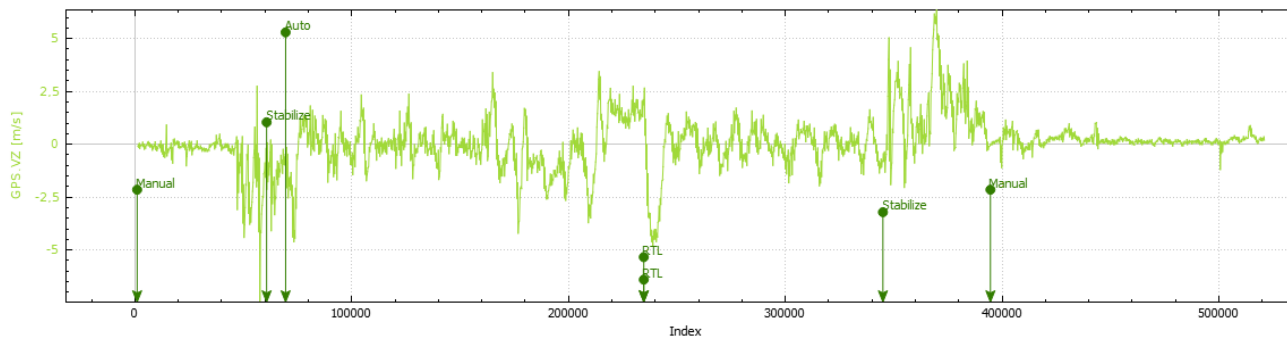
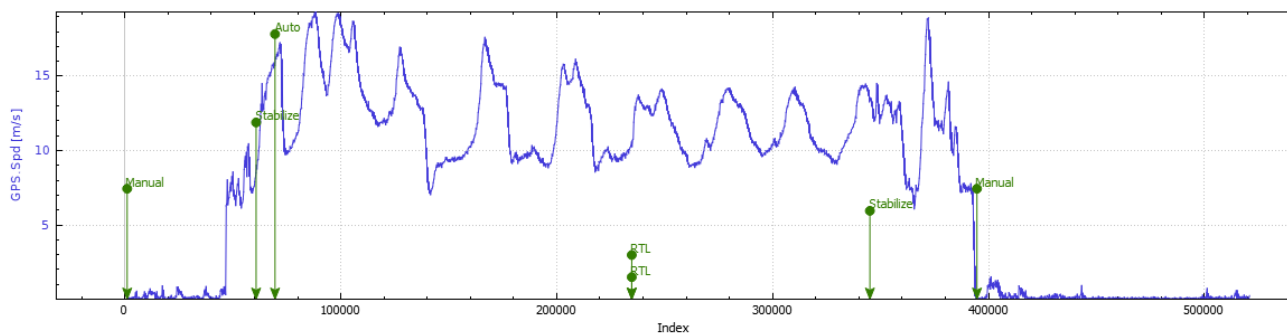
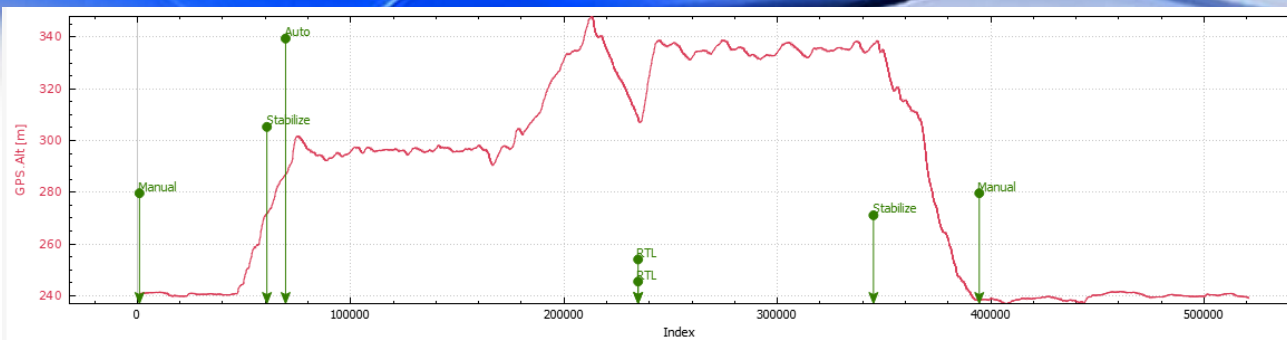


Próby w locie



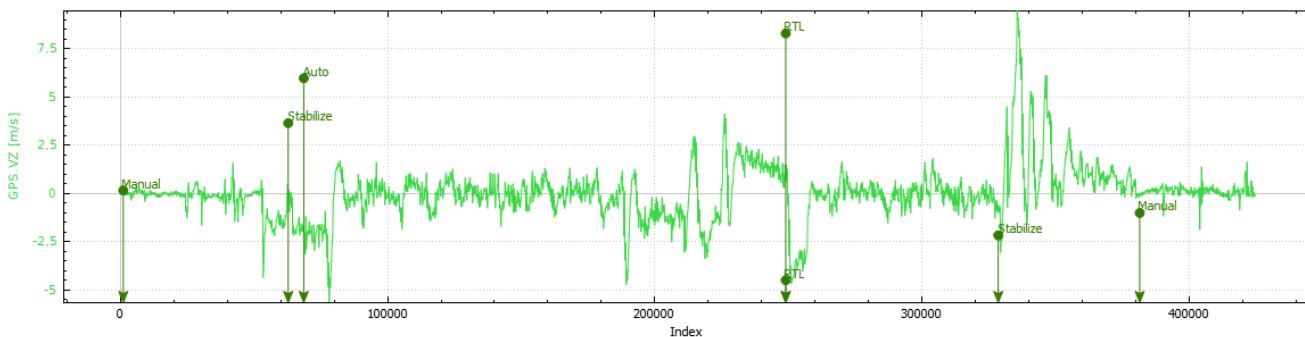
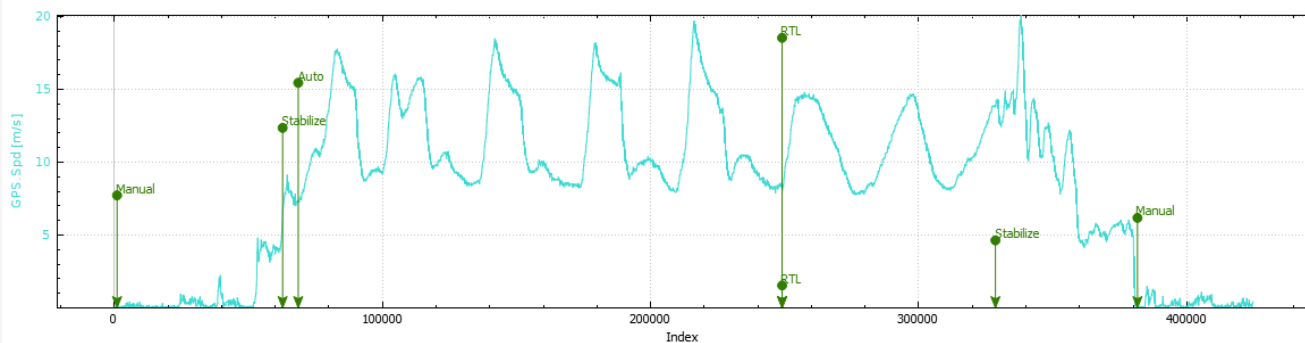
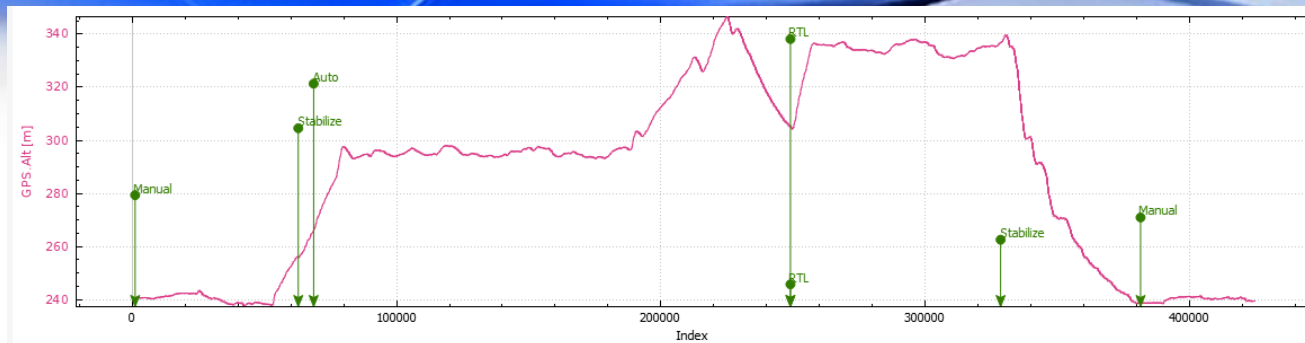
Model latający z 4 układami śmigło-silnikowymi w skrzydłach podczas prób w locie

Próby w locie - wyniki



Wykresy przedstawiają przebiegi wysokości lotu, prędkości poziomej oraz pionowej lotu dla modelu z tradycyjnym układem napędowym

Próby w locie - wyniki



Wykresy przedstawiają przebiegi wysokości lotu, prędkości poziomej oraz pionowej lotu dla modelu z innowacyjnym układem napędowym

Symulacje komputerowe

Wykonano badania symulacyjne prezentowanego rozwiązania, w szczególności symulacje opływów skrzydła motoszybowca SZD 41 Jantar 1 z trzema układami śmigło – silnikowymi w każdym skrzydle nośnym.

Stwierdzono, że proponowane rozwiązanie układu napędowego zmienia aerodynamikę skrzydła nośnego, jednak nie jest to zmiana istotnie wpływająca na osiągi i charakterystykę aerodynamiczną badanego motoszybowca.

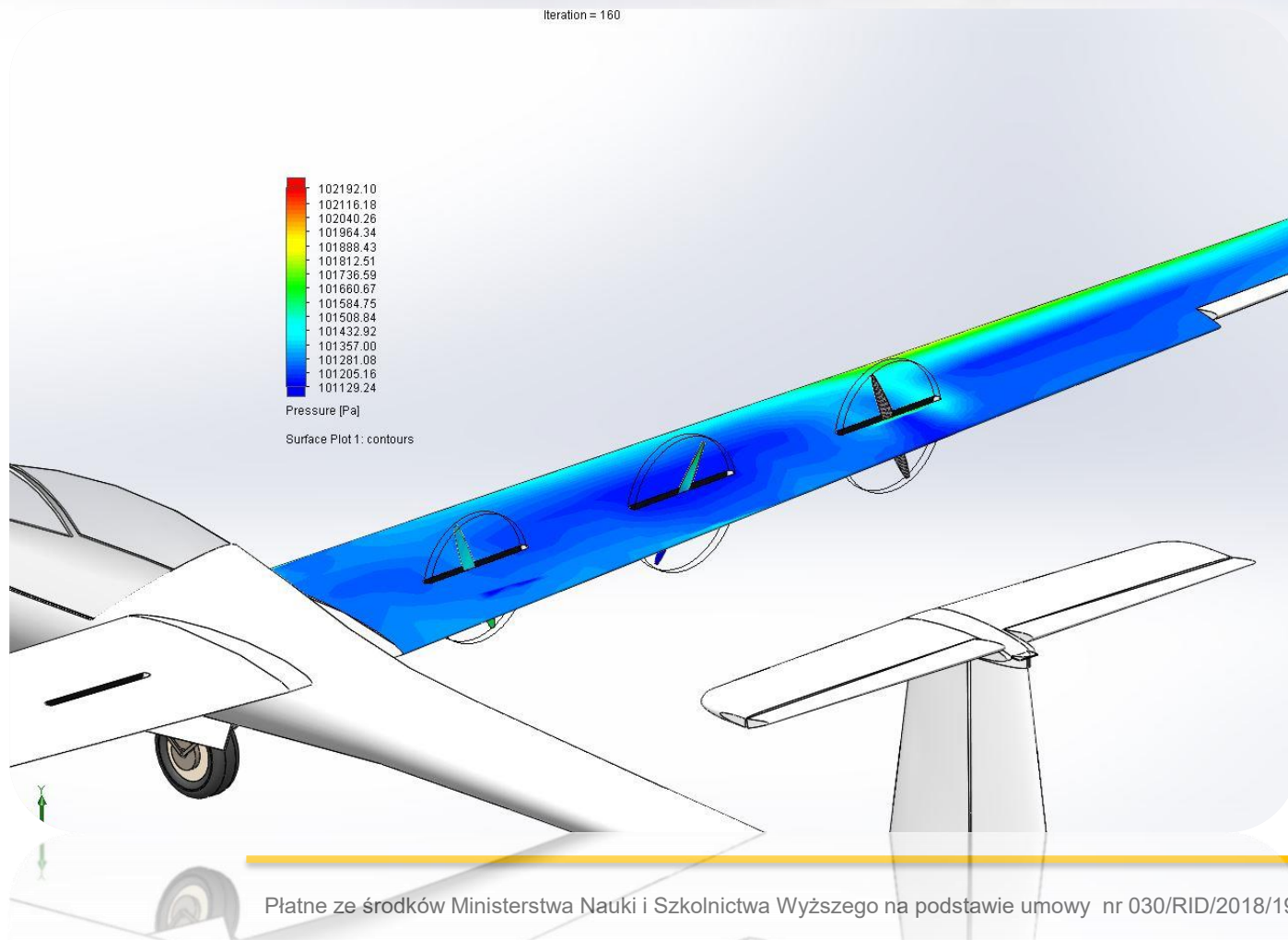
Na kolejnych slajdach przedstawiono przykładowe wyniki symulacji – kontury prędkości opływu skrzydła z układami śmigło – silnikowymi.



Symulacje komputerowe



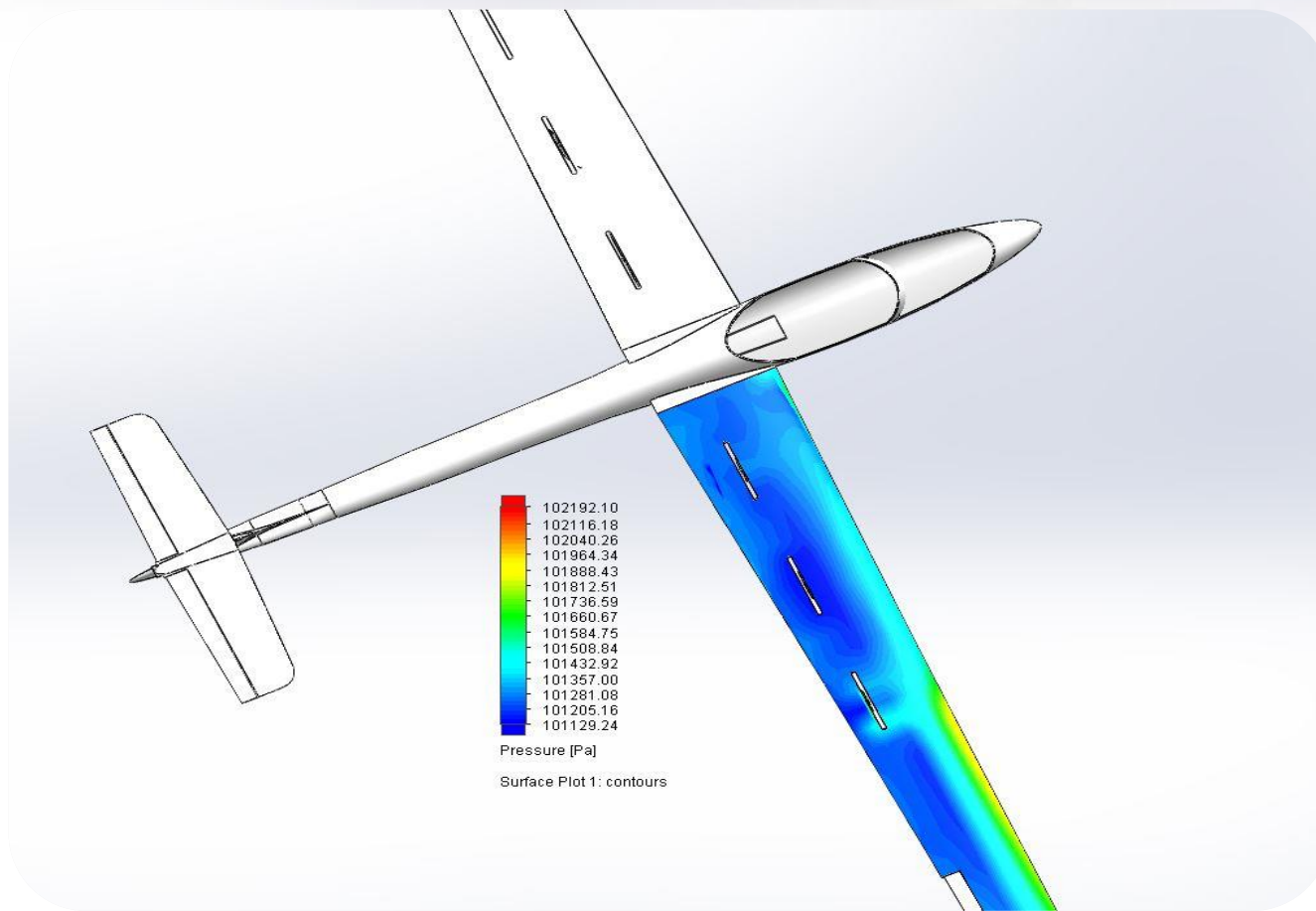
Mapy ciśnienia na grzbiecie profilu skrzydła



Symulacje komputerowe



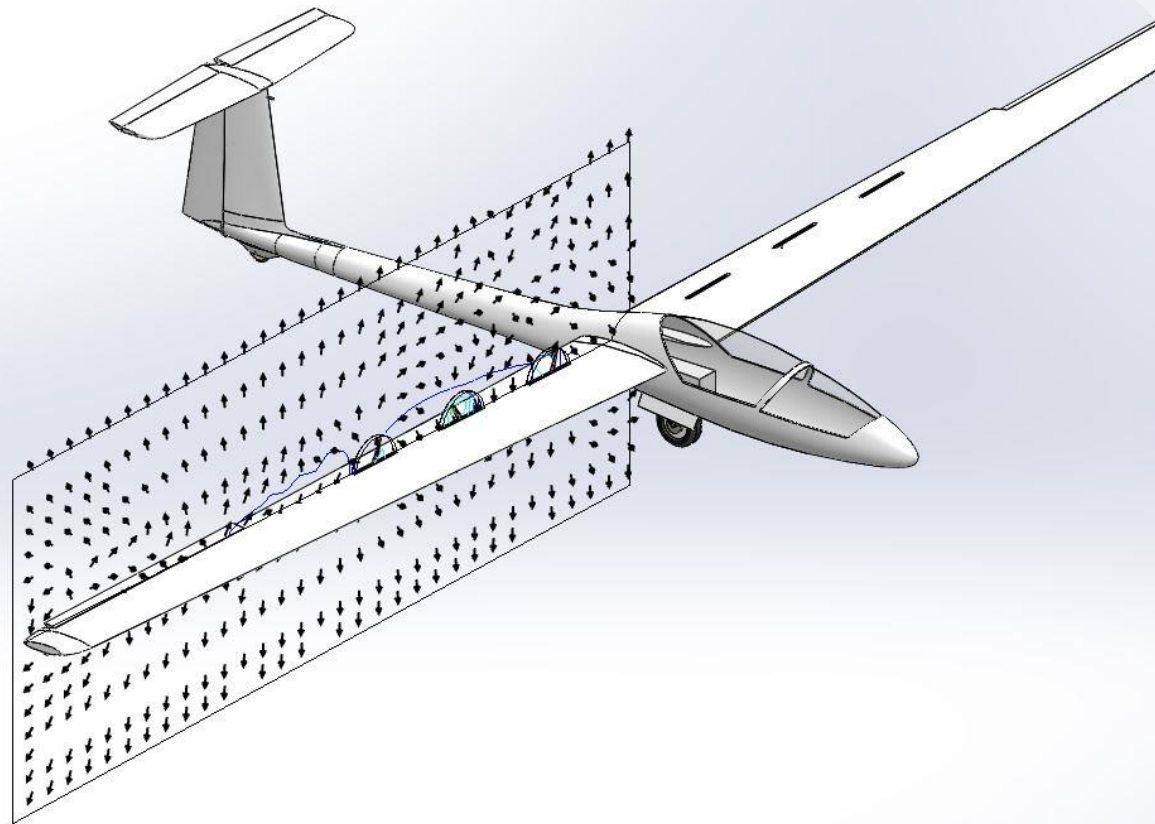
Ciśnienie na grzbiecie profilu skrzydła



Symulacje komputerowe



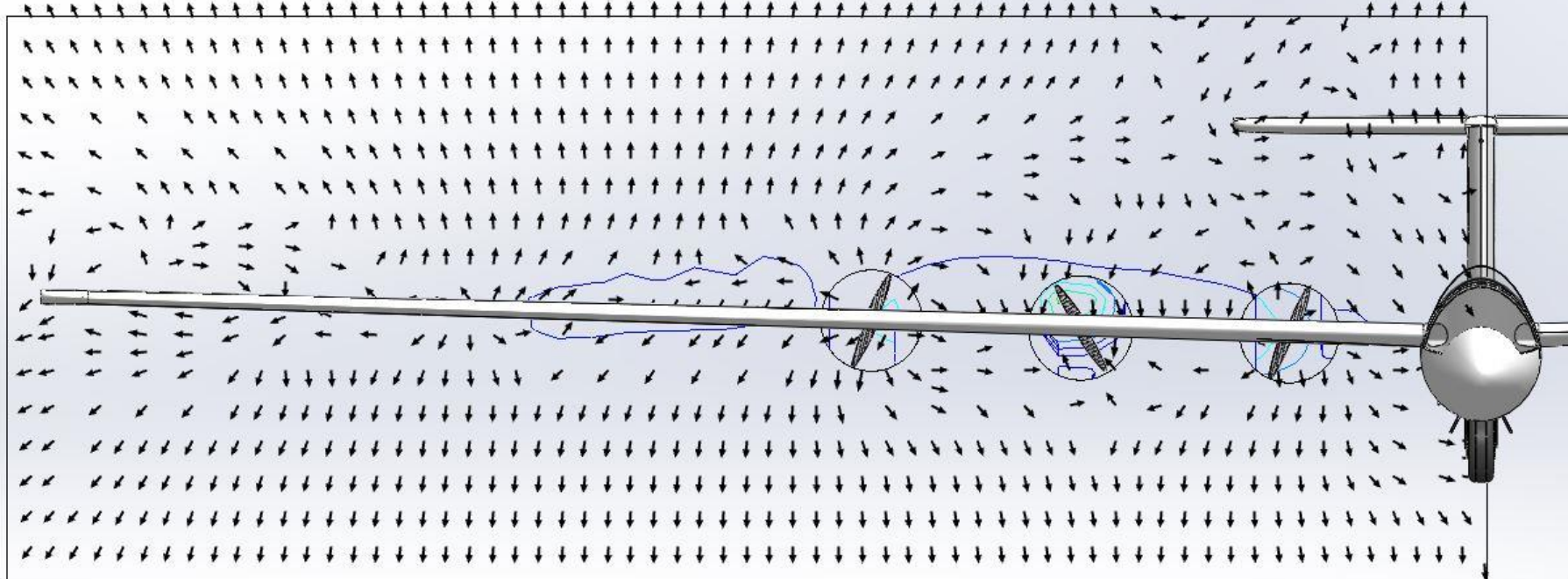
Kontury prędkości opływu skrzydła



Symulacje komputerowe



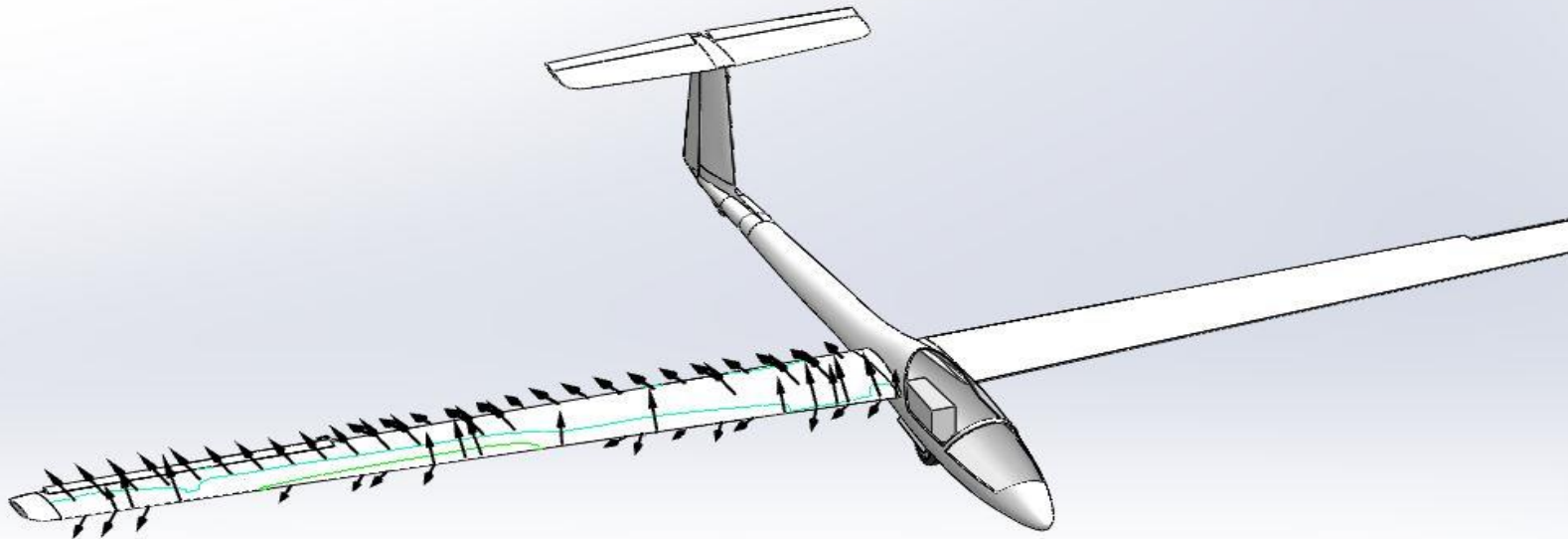
Kontury prędkości opływu skrzydła



Symulacje komputerowe



Kierunki wirów wokół profilu skrzydła



Symulacje komputerowe

W dalszej kolejności wykonano badania symulacyjne modelowego skrzydła nośnego z profilem Eppler E387, wyposażonego w dwa układy śmigło – silnikowe.

Celem tych badań było uzyskanie wyników do weryfikacji prób w locie oraz optymalizacja geometrii otworu w skrzydle.

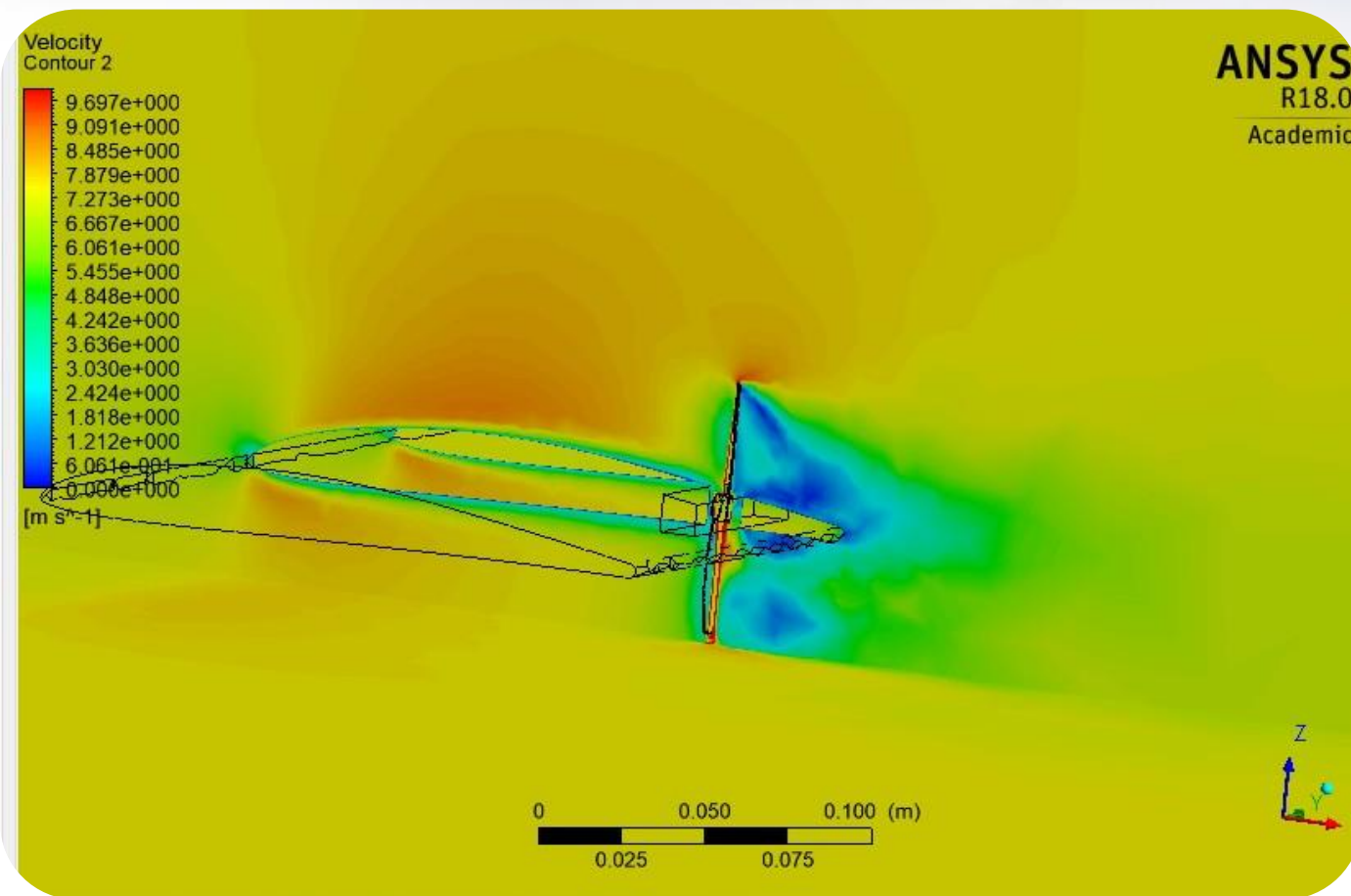
Na kolejnych slajdach przedstawiono przykładowe wyniki symulacji – kontury prędkości opływu skrzydła z układami śmigło – silnikowymi.



Symulacje komputerowe



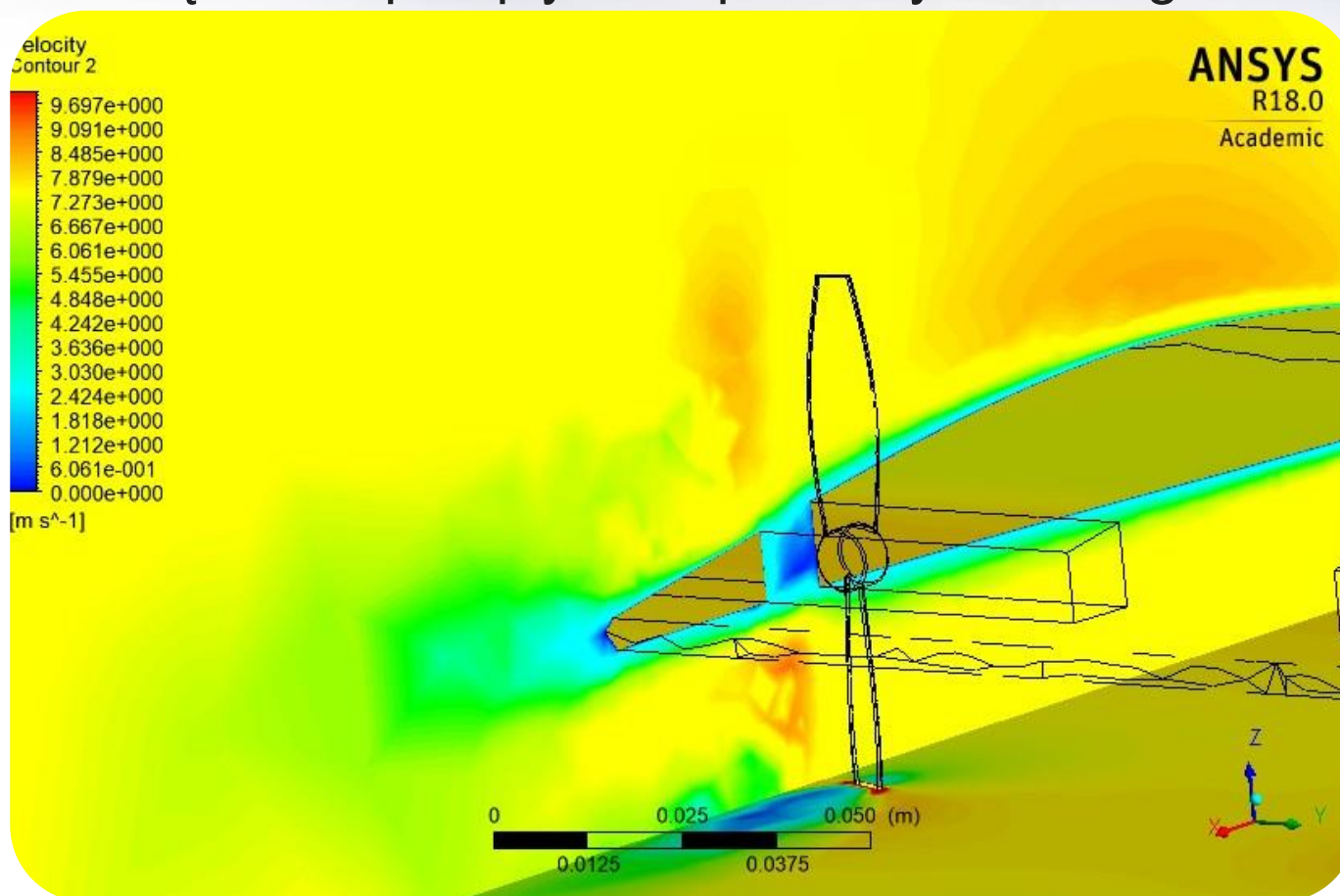
Prędkości opływu w płaszczyźnie śmigła



Symulacje komputerowe



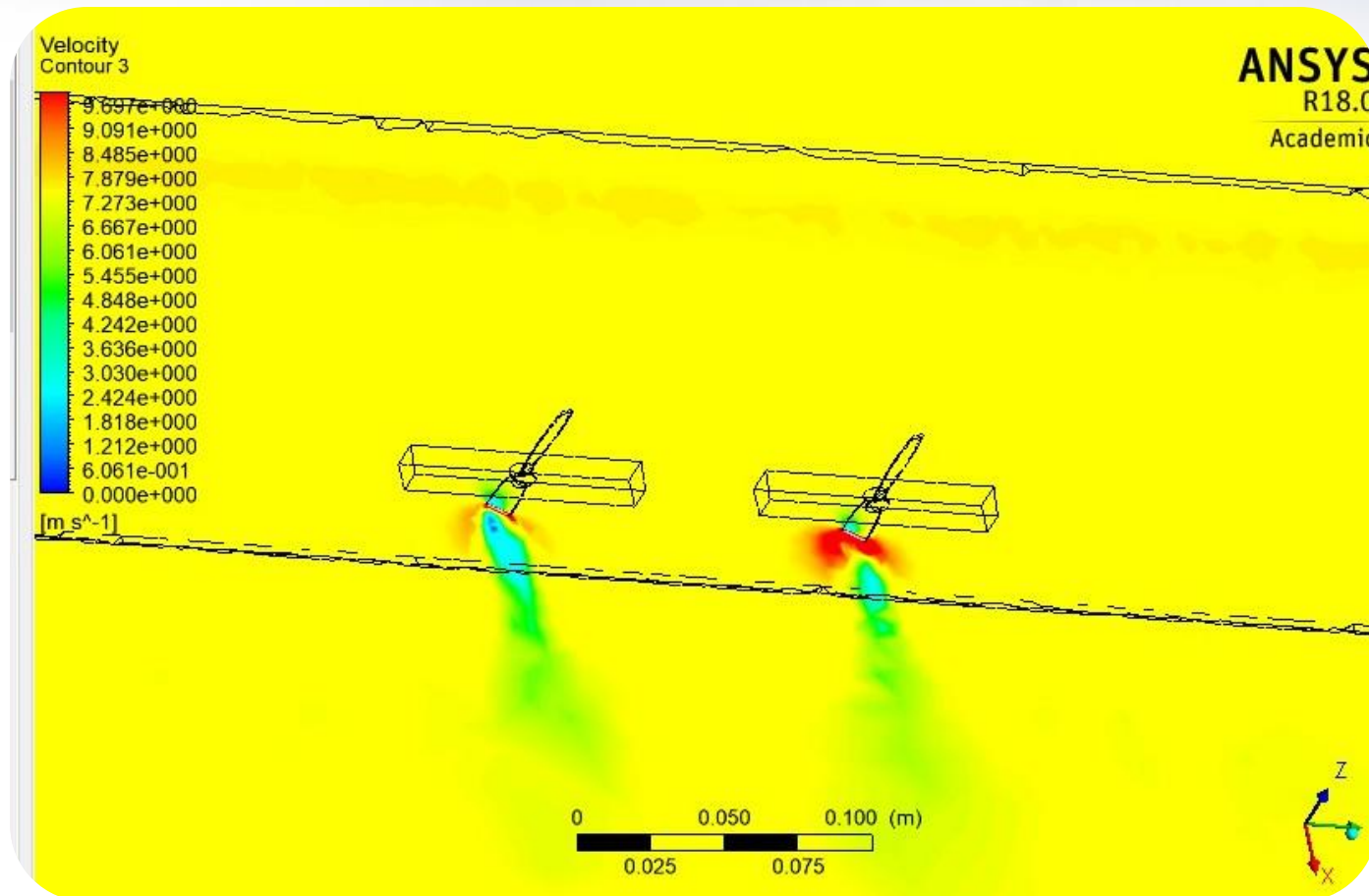
Prędkości przepływu w płaszczyźnie śmigła



Symulacje komputerowe



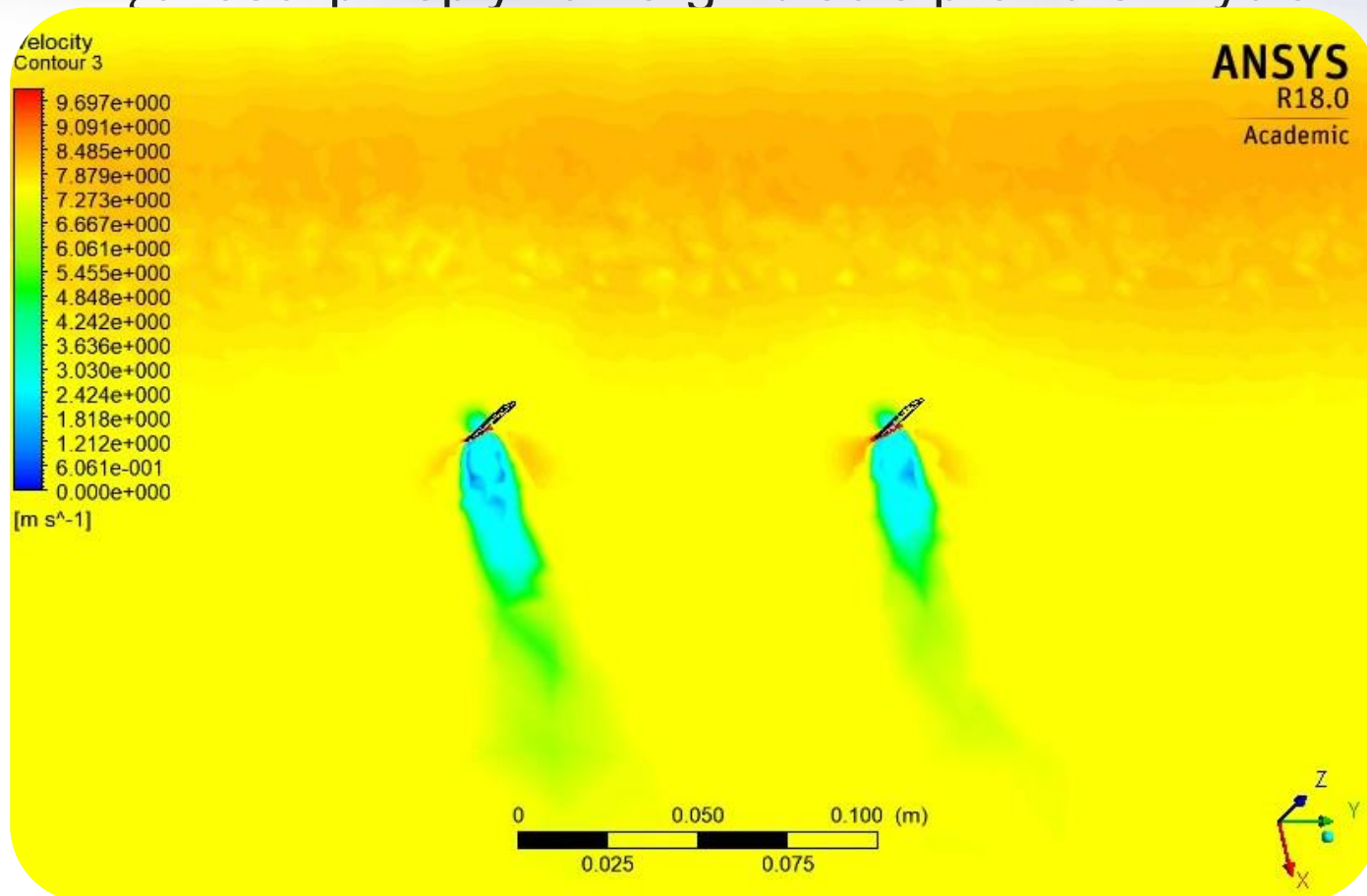
Prędkości opływu na spodzie profilu skrzydła



Symulacje komputerowe



Prędkości przepływu na grzbiecie profilu skrzydła



Kierunki dalszych badań

Planowane są badania i rozwój prezentowanego rozwiązania:

- budowa modelu sekcji skrzydła z wbudowanym układem śmigło – silnikowym;
- badania modelu sekcji skrzydła w tunelu aerodynamicznym;
- dalsze symulacje komputerowe, w tym analizy osiąarów motoszybowca
- budowa dużego modelu funkcjonalnego, jako demonstratora technologicznego, badania modelu;
- projekt i budowa pełnowymiarowego motoszybowca z innowacyjnym rozwiązaniem napędu.



Podsumowanie

Przedstawiono innowacyjne rozwiązanie napędu samolotu lekkiego, motoszybowca lub szybowca z napędem pomocniczym.

Rozwiązanie polega na zastosowaniu układów silnik – śmigło, zamontowanych w skrzydle. W pozycji spoczynkowej, układy są schowane w skrzydle i nie zakłócają aerodynamiki.

Wykonano model motoszybowca z czterema układami śmigło – silnikowymi w skrzydłach. Model przeszedł testy w locie, które potwierdziły jego funkcjonalność.

Przeprowadzono symulacje komputerowe opływu skrzydła z układami śmigło – silnikowymi. Wyniki symulacje zostaną wykorzystane do optymalizacji konstrukcji na dalszych etapach projektu.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !!!

Skrzydło nośne z układem śmigło - silnikowym Innowacyjne rozwiązanie napędu motoszybowca lub samolotu

**POLITECHNIKA LUBELSKA
Katedra Pojazdów Samochodowych
dr hab. inż. Jarosław Pytka, prof. PL**

**Projekt „ Politechnika Lubelska – Regionalna Inicjatywa Doskonałości”
– finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego**



Ministerstwo
Nauki
i Szkolnictwa
Wyższego

