

Polskie Forum Modelarzy RC → Reszta → Aerodynamika



Mechanika lotu modelu samolotu

Rozpoczęty przez jarek_aviatik, 17 Oct 2016 18:13

Strona 2 z 2

Piotr_O.

Napisano 02 February 2017 - 12:49

jarek_aviatik, dnia 17 Paź 2016 - 19:16, napisał:

O tym, że sloty pomagają niech świadczy fakt automatycznego wysuwania samych slotów w samolocie B737. W konfiguracji do startu, klapy tylne są wysunięte (mało wychylone) a sloty w położeniu pośrednim (extend) – w przypadku wyłączenia się jednego z silników podczas startu, automat wysuwa sloty do położenia w pełni wysunięte (full extend). Jest to układ awaryjny zabezpieczający samolot przed przeciągnięciem.

AUTOSLAT na B737 działa bez warunku wyłączenia jednego silnika, a tylko z powodu zmniejszania się prędkości samolotu w celu nie dopuszczenia do przeciągnięcia. Od 24 lat robiłem taką procedurę na lotach technicznych m.in. dla ULC:

H. AUTOSLAT OPERATION/PTU

1. Select flaps 5. Observe leading edge slats go to "EXT" position.
 2. Depressurize both system B hydraulic pumps.
 3. Trim the airplane hands off, wings level at about 10 knots above autoslat deployment speed.
- NOTE: Any yaw rate will have a noticeable effect on this check.
4. Reduce thrust to decelerate at 1 to 2 knots per second. Observe the leading edge slats go to "FULL EXT" position at autoslat deployment.
 5. Maximum acceptable roll-off is 15° of bank. Do not use ailerons unless roll-off exceeds 15°.
 6. Recover normal airplane attitude and observe leading edge slats retract to "EXT" position. Repressurize both system B hydraulic pumps

Pompy systemu B wyłączne są tylko po to aby sprawdzić zadziałanie systemu PTU (Power Transfer Unit).

jarek_aviatik

Napisano 02 February 2017 - 13:07

Piotr_O., dnia 02 Lut 2017 - 13:52, napisał:

AUTOSLAT na B737 działa bez warunku wyłączenia jednego silnika, a tylko z powodu zmniejszania się prędkości samolotu w celu nie dopuszczenia do przeciągnięcia. Od 24 lat robiłem taką procedurę na lotach technicznych m.in. dla ULC:

H. AUTOSLAT OPERATION/PTU

1. Select flaps 5. Observe leading edge slats go to "EXT" position.
 2. Depressurize both system B hydraulic pumps.
 3. Trim the airplane hands off, wings level at about 10 knots above autoslat deployment speed.
- NOTE: Any yaw rate will have a noticeable effect on this check.
4. Reduce thrust to decelerate at 1 to 2 knots per second. Observe the leading edge slats go to "FULL EXT" position at autoslat deployment.
 5. Maximum acceptable roll-off is 15° of bank. Do not use ailerons unless roll-off exceeds 15°.

6. Recover normal airplane attitude and observe leading edge slats retract to "EXT" position. Repressurize both system B hydraulic pumps

Pompy systemu B wyłączane są tylko po to aby sprawdzić zadziałanie systemu PTU (Power Transfer Unit).

Podałem jeden z warunków - generalnie samoczynne wyłączenie silnika powoduje spadek prędkości i wyłączenie mechanicznej pompy hydro na tym silniku i może się też zdarzyć, że ulegnie uszkodzeniu pompa elektryczna instalacji B, czyli jest spadek ciśnienia w instalacji B i PTU automatycznie wchodzi do pracy. Ale ten wątek, to nie wątek o B737 - tylko o mechanice lotu modeli. Informacja ta miała na celu zobrazowanie, że sloty działają jako zabezpieczenie przed przeciągnięciem - TYLKO I WYŁĄCZNIE

jarek_aviatik

Napisano 02 February 2017 - 22:43

Dalej zwichrzenia:

Horten 229 (Horten Ho IX)

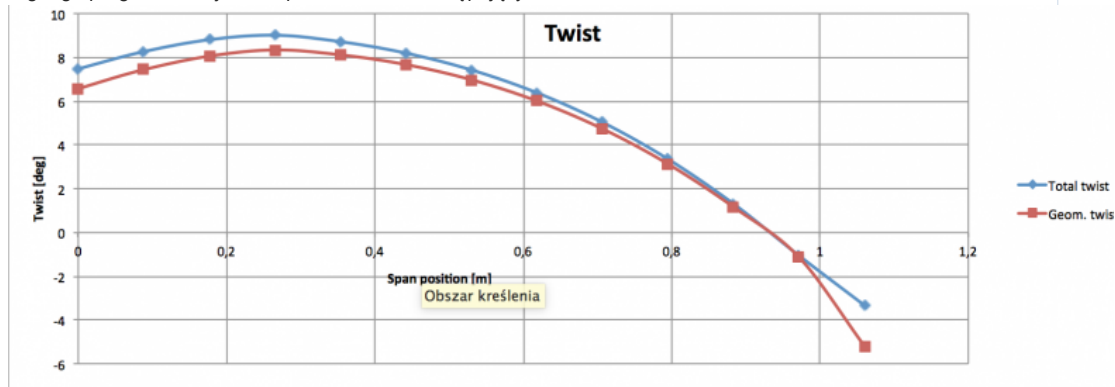
Wg: Horten Ho 229 Hitler's Stealth Fighter/Bomber & Other Horten Aircraft American & British Intelligence Documents (BACM RESEARCH WWW.PAPERLESSARCHIVES.COM (<http://WWW.PAPERLESSARCHIVES.COM>))

W wersji IX nie miał dużego zwichrzenia – jedynie 1,8 stopnia ze względu na prędkość przelotową jaką miał osiągać. Profil "przykadłubowy" 14% (nie wiem jaki), na końcówce symetryczny 8%.

Wersje szybowcowe miały całkowite zwichrzenie na poziomie ponad 7 stopni.

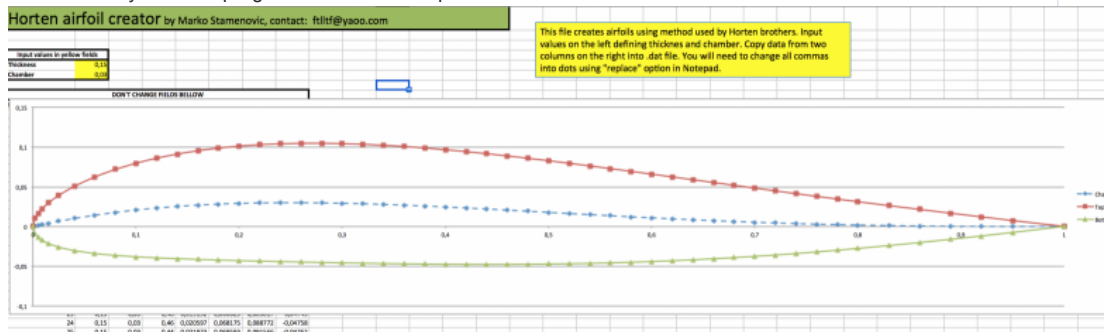
Obecnie znalazłem człowieka, nazywa się Marko Stamenovic, który to opracował programik excelowy (Flying Wing Designer) do wyliczania pełnych charakterystyk aerodynamicznych Hortena ale w wersji szybowcowej.

Wg tego programu, mój model powinien mieć następujący rozkład zwichrzenia:



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-17509900-1486071608.png)

Marko stworzył również programik do tworzenia profili dla Hortena – też w excelu

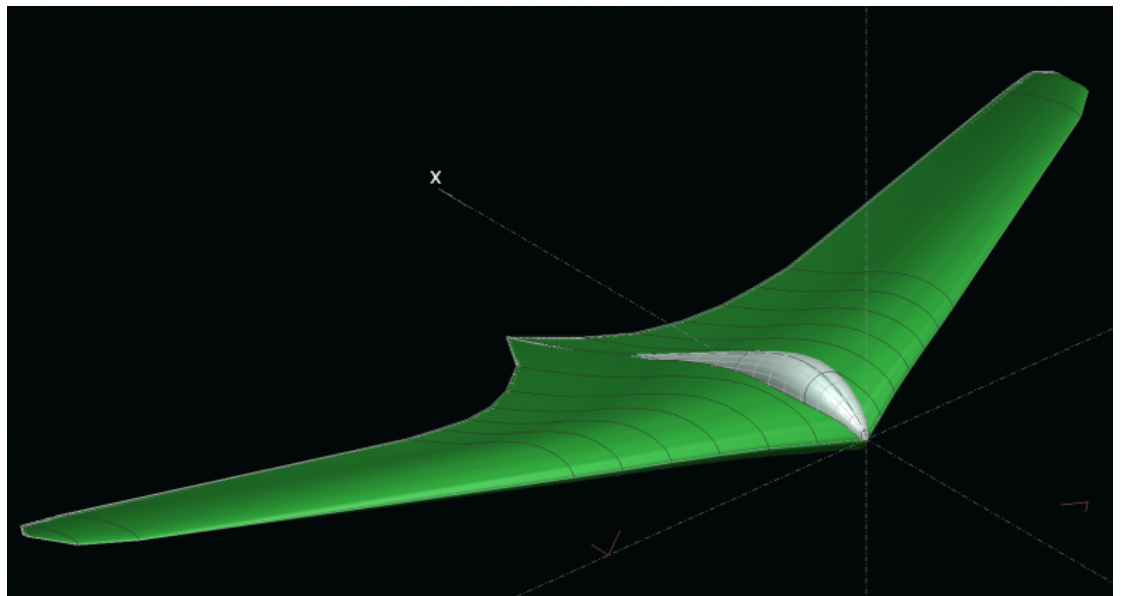


(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-44292000-1486071648.png)

Działa nawet niezłe.

Ja swojego analizowałem najpierw na profilu MH 81, ale nie mogę pomieścić wyposażenia, obecnie na profilu FAUVEL. (dość późno znalazłem programy Marko w sieci, ale spróbuję i tego profilu)

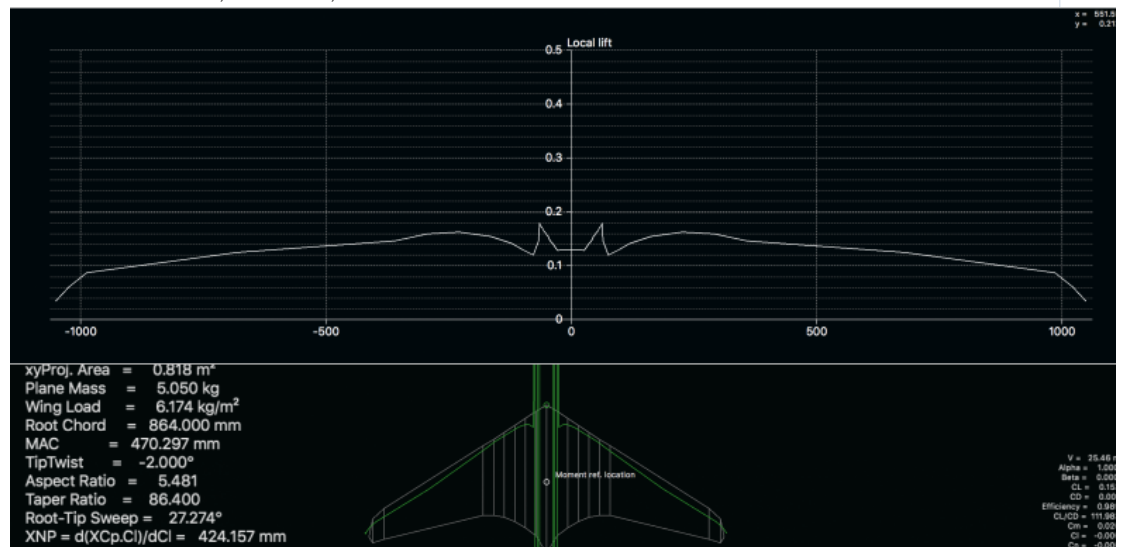
Mój Horten w XFRLR5



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-50288100-1486071731.png)

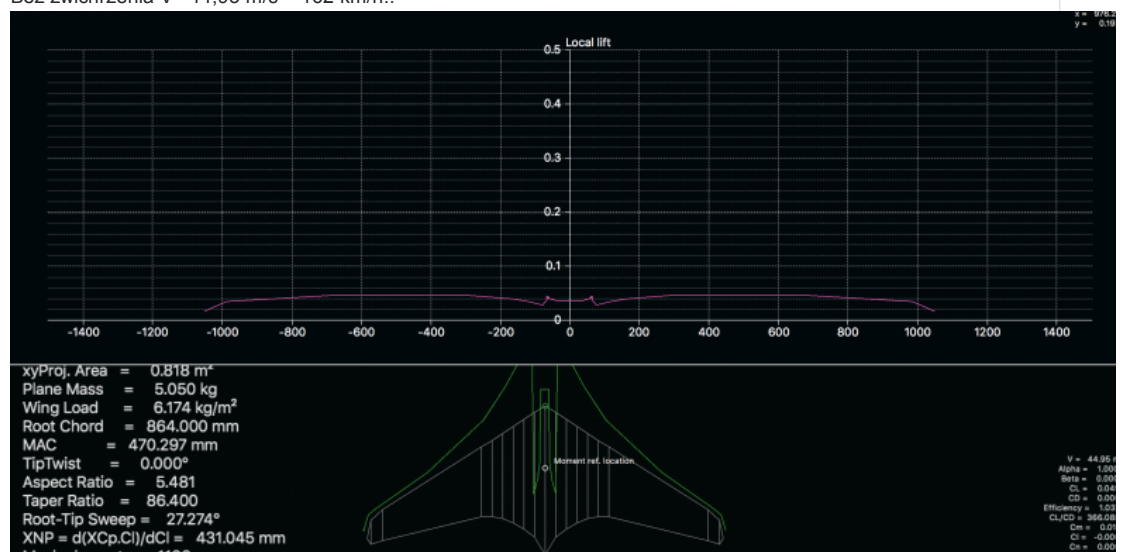
Na razie wykresy dla kąta +1 stopień (potem wytłumaczę dlaczego)

Ze zwichrzeniem $V = 25,46 \text{ m/s} = 91,7 \text{ km/h}$



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-04668100-1486071801.png)

Bez zwichrzenia $V = 44,95 \text{ m/s} = 162 \text{ km/h!!}$



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-85657200-1486071842.png)

C.d.n.

TeBe

Napisano 02 February 2017 - 22:48

Jarek, szacun. Bardzo to jest pouczające, co piszesz. Odniósłbym się do mojego projektu 3LSC, o którym napomknąłeś. Tu, czy na priv?

jarek_aviatik

Napisano 02 February 2017 - 22:53

TeBe, dnia 02 Lut 2017 - 23:51, napisał:

Jarek, szacun. Bardzo to jest pouczające, co piszesz. Odniósłbym się do mojego projektu 3LSC, o którym napomknąłeś. Tu, czy na priv?

Napisałem PW, ale rwie mi internet i nie wiem czy doszła - Jasne, pisz proszę.

dukeroget

Napisano 04 February 2017 - 21:46

wow... szacun za te opracowanie, na początek zamowilem sobie tytułowa pozycje w papierze 😊

mecenas

Napisano 04 February 2017 - 21:54

Jarku, kawał cennej i profesjonalnej wiedzy.
Obowiązkowej dla młodych, a i bardziej doświadczonych co by ustrzegli się błędów.
Wielkie dzięki że Ci się chciało.

jarek_aviatik

Napisano 05 February 2017 - 22:54

dukeroget, dnia 04 Lut 2017 - 22:49, napisał:

wow... szacun za te opracowanie, na początek zamowilem sobie tytułowa pozycje w papierze 😊

mecenas, dnia 04 Lut 2017 - 22:57, napisał:

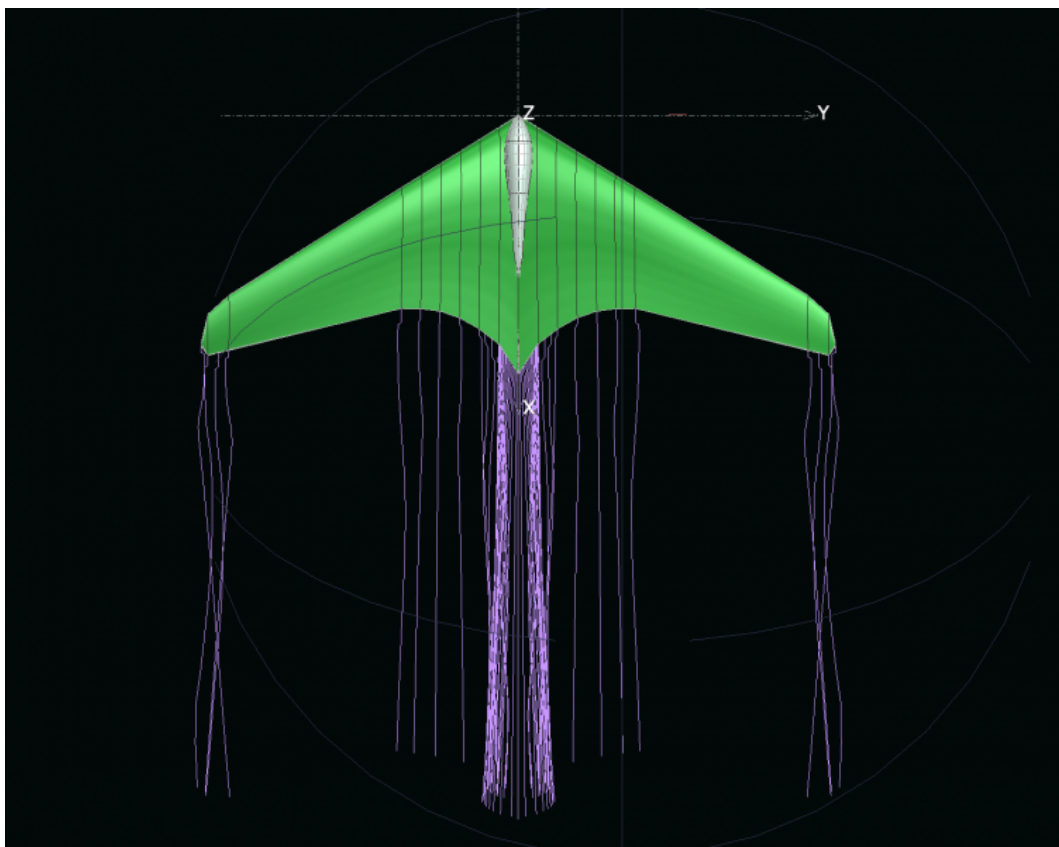
Jarku, kawał cennej i profesjonalnej wiedzy.
Obowiązkowej dla młodych, a i bardziej doświadczonych co by ustrzegli się błędów.
Wielkie dzięki że Ci się chciało.

Dzięki, taki miałem zamiar aby stworzyć coś dla ludzi młodych. Chciało mi się, czemu nie, podczas projektów poza domem mam wolne wieczory, to można zrobić coś pożytecznego (mam nadzieję 😊)
Teraz nie widzę po księgarniach takich książek jak za czasów mojej młodości, a nawet jak są to już trochę mało aktualne, a młodzi generalnie szukają najczęściej informacji w necie.

Kończymy zwichrzenia.

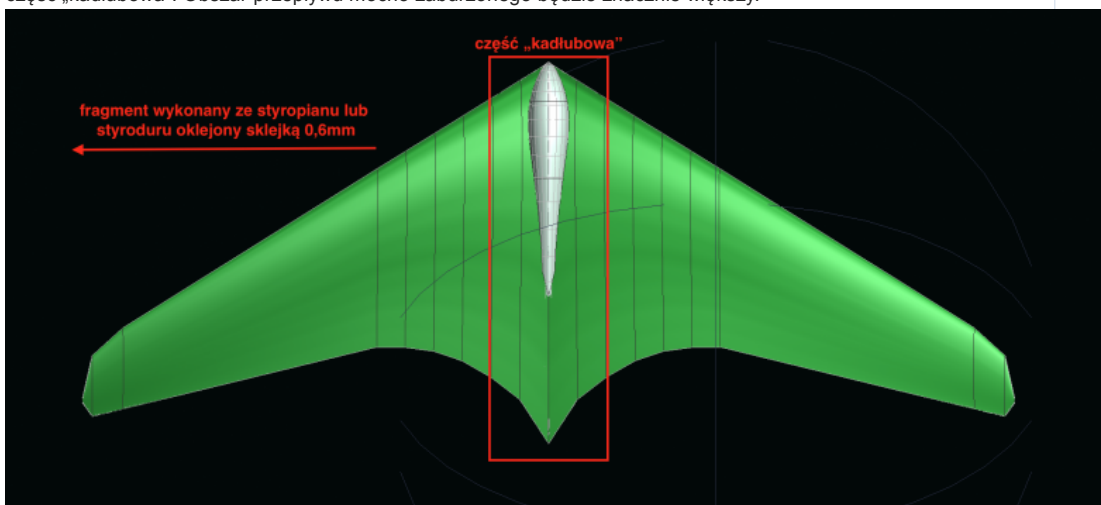
Horten c.d.

Ktoś zapytał co to za uszy „batmana” na tym wykresie – no niestety środkowa część z tym „ogonem” generuje trochę oporów szkodliwych, wystarczy zasymulować w XFLR opływ powietrza.



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-94817700-1486330467.png)

Ale generalnie ten fragment nie jest brany pod uwagę – dojdą jeszcze 2 EDF, do miejsca zaznaczonego jako część „kadłubowa”. Obszar przepływu mocno zaburzonego będzie znacznie większy.

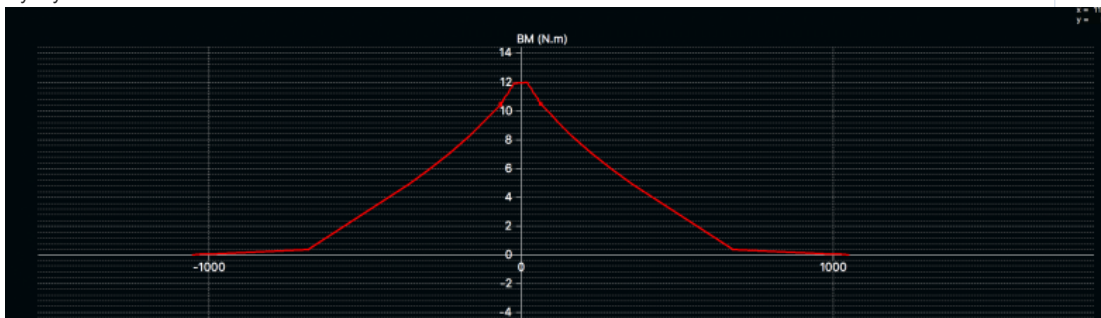


(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-54681400-1486330560.png)

Rozkład zwichrzenia – od części przykadłubowej do końcówki: +2,5; +3; +3; +2,5; +2,2; -2.

Patrząc na wykres momentów gnących, to fragment zewnętrzny skrzydła wzmocniony dźwigarami z profilu węglowego powinien być OK.

Będę testował na modelu Extra 300 z takim skrzydłem (ale oklejonym balsą) – aby sprawdzić moją technologię ile wytrzyma.



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-95400000-1486330610.png)

To jest największy moment zginający dla spokojnego lotu bez ewolucji (analiza dla stałej siły nośnej) dla skrzydła ze zwichrzeniem.

Jak widać dla rozpiętości lekko ponad 2m i założonej masie max 6kg (celuję, na trochę ponad 5kg) nie jest źle.

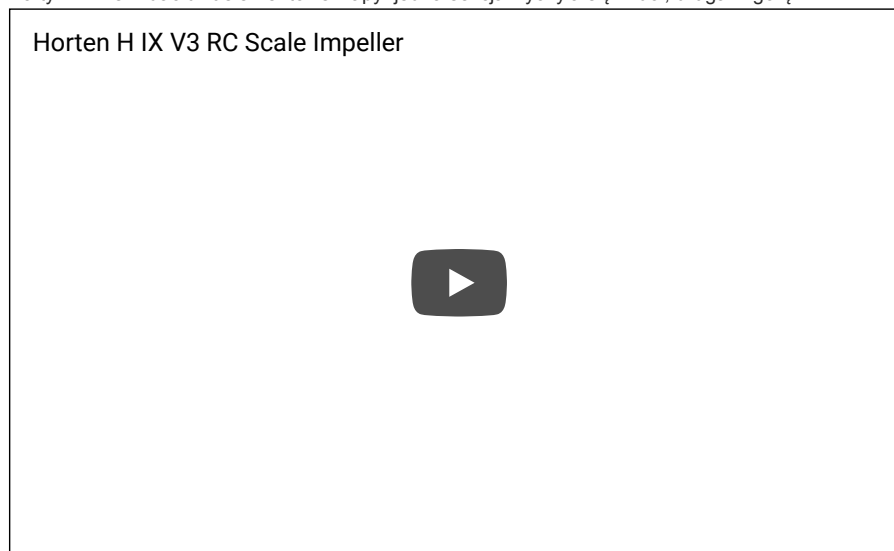
Teraz dlaczego wybrałem wykresy rozkładu siły nośnej wzdłuż rozpiętości dla $+1^\circ$, a nie dla 0 , ponieważ dla 0 znacznie wzrasta prędkość, a nie chcę robić większego zwichrzenia, no może jeszcze pokombinuję z innym profilem na końcówce.

Na pewno też przeanalizuję model dla profilu stworzonego przez Marko.

Dla 0 stopni model ze zwichrzeniem ma $V = 32,6 \text{ m/s} = 117 \text{ km/h}$ vs $91,7 \text{ km/h}$ dla $+1$ stopnia, to o ponad 25 km/h więcej.

Poza tym XFLR nie zrobił analizy dla 0 stopni dla wersji bez zwichrzenia skrzydła i nie miałbym materiału porównawczego.

Na tym filmie widać dwuelementowe klapy: jedna sekcja wychyla się w dół, druga w górę.



stopklatka w locie



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-43102800-1486330798.png)

Na ziemi



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-51583100-1486330843.png)

Moim zdaniem klapy te wspomagają elevelon, do zwiększania kąta natarcia (zmniejszania prędkości) i nie ograniczania wychyleń elevelona.

Przeoglądałem wiele modeli Hortena i zastanawiałem się po co robią kłapy dwuelementowe (nawet jeden z oryginałów też miał) – teraz wszystko jasne.

Gość trochę oszukuje makietowo, bo zrobił „płetwę” do stabilizacji kierunkowej. Niestety ze względu na brak klasycznego kadłuba nie da się obniżyć CG aby uzyskać stabilizację kierunkową.

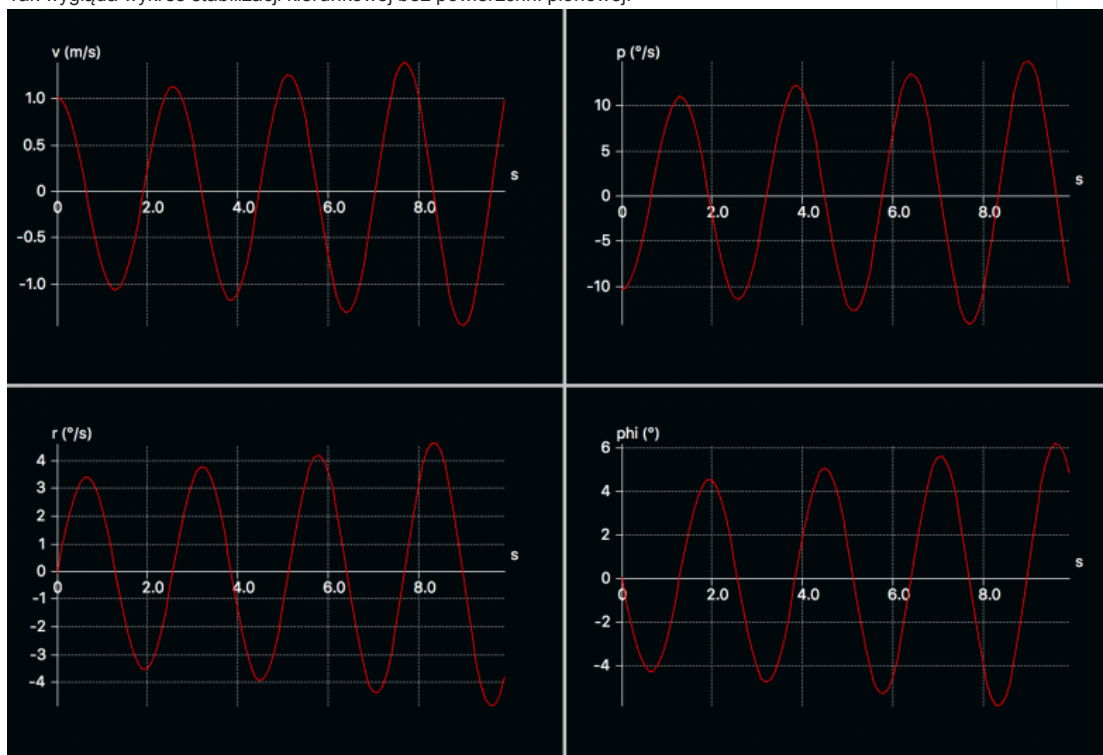
Na tej stop-klatce widać zwichrzenie skrzydła.



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-73992500-1486330966.png)

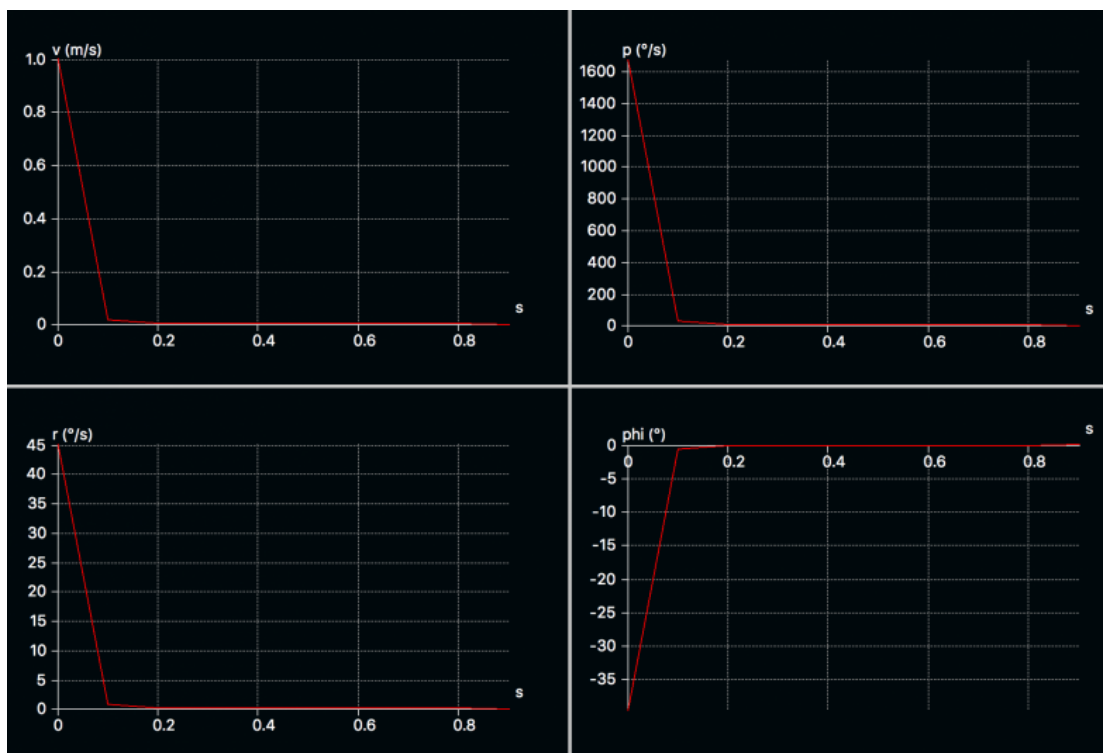
Bez powierzchni pionowej niestety dla stabilizacji kierunkowej mamy drgania o zwiększającej się amplitudzie. Sterowanie oporowe dla kierunku jest małe jedno na skrzydło, dlatego pewnie zrobił płetwę (choć pewności nie ma).

Tak wygląda wykres stabilizacji kierunkowej bez powierzchni pionowej.



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-24733100-1486331016.png)

Poprzecznie stabilizuje się super.



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-95838900-1486331055.png)

Takie też robią:

HORTEN IX HO-229 BIG RC LIGHTWEIGHT RC SCALE 1:7 MODEL INDOOR F...

Dlaczego tak dużo o Hortenie, ano dlatego, że latające skrzydło tego typu co Horten bez zwichrzenia i trafnego profilu nie za bardzo chce latać.

Tyle o zwichrzeniach. Następne będzie o rozwiązaniach przeciwdziałającym zbyt wczesnemu przeciągnięciu.

Sposoby zabezpieczenia przed przeciągnięciem
Najlepszy – pilnować prędkości w każdej konfiguracji lotu.

OK – teraz na poważnie.
Może na początek film jak zachowuje się przepływ powietrza tuż przed przeciągnięciem i w trakcie.

Airflow during a stall.



Generalnie powinno się tak konstruować model czy samolot aby wewnętrzna część skrzydła ulegała przeciągnięciu wcześniej niż końcówka. Jest to istotne zwłaszcza w zakrętach, gdzie końcówka wewnętrznego skrzydła ma prędkość mniejszą niż zewnętrznego. Spadek prędkości poniżej minimum na tej końcówce doprowadza do korkociągu.

Są różne rozwiązania aby to osiągnąć – no ale co? Aby wewnętrzna część skrzydła ulegała przeciągnięciu wcześniej niż końcówka.

Pisałem wcześniej o slotach – zastosowanie np. stałego slotu w obrębie końcówki zwiększa krytyczny kąt natarcia w tym obrębie – przykład samolotu poniżej.



COPYRIGHT ANDREAS ZEITLER - FLYING-WINGS

AIRLINERS.NET

(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-23857000-1486457608.jpg)

Nie ma się tu za bardzo rozpisywać.

Drugi sposób to zwichrzenie skrzydła – dość szeroko już opisany przeze mnie.

Opiszę jeszcze trzy:

Tzw. listwy przeciwkorkociągowe



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-94349200-1486457655.jpg)

Co to daje – otóż, zaburza przepływ już na krawędzi natarcia, i na większych kątach natarcia oderwanie następuje wcześniej w tym rejonie niż na końcówce, przez co mamy jeszcze efektywne lotki.

Kolejna rzecz to NASA Droops

Gdzieś na początku pisałem o klapach przednich – NASA Droops, to nic innego jak taka „klapa” przyklejona na stałe do krawędzi natarcia. Zazwyczaj na zewnętrznej stronie skrzydła w rejonie lotki.

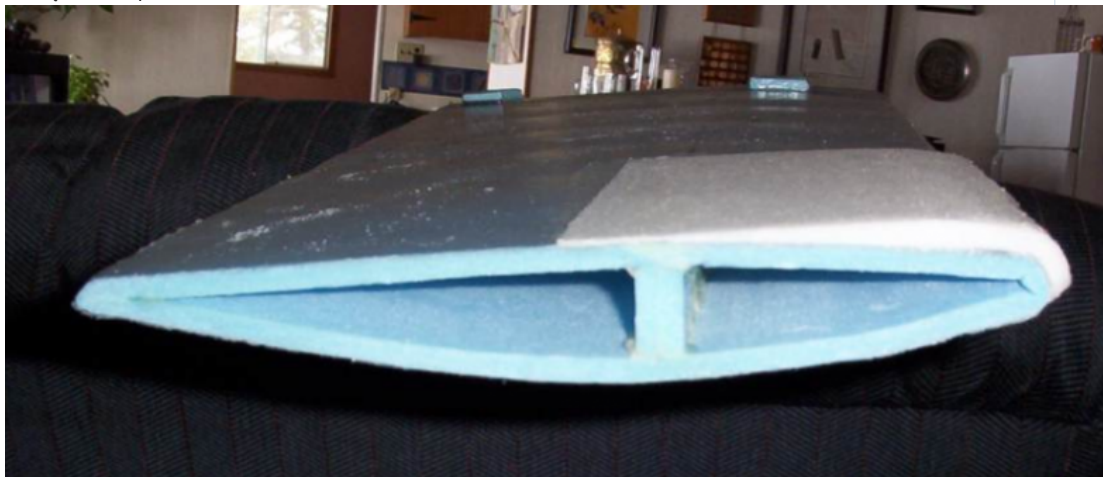


(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-02576000-1486457726.png)



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-18447900-1486457767.jpg)

Robią też w depronowcach.



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-67283400-1486457820.png)

Jest trenerek z takim rozwiązaniem



T-REX

Large Sport Trainer

(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-17864800-1486457857.png)

Model ma zastosowany profil Eppler E197. Jak widać na zdjęciu zewnętrzna część skrzydeł ma wydłużoną cięciwę o 3% i upuszczony o 3° nosek profilu w stosunku do MAC. Czyli uzyskujemy zwichrzenie aerodynamiczne. Z tym patentem trzeba jednak uważać, aby nie przesadzić z opuszczaniem noska w dół. Gdyż możemy wywołać niechcący rewers lotek. W samolotach rewers lotek może być wywołany przez nagromadzenie lodu (oblodzenie) na dolnej części krawędzi natarcia.

Tu jest artykuł na temat NASA Droops: <http://arc.aiaa.org/...?journalCode=ja>
(<http://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/3.46559?journalCode=ja>)

Ostatnia rzecz – „kierownice” (z ang. Stall fences) i płyty brzegowe.



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-94256500-1486457912.png)

Kierownice zapobiegają niepożądanemu opływowi strug powietrza wzdłuż rozpiętości – kierując go wzdłuż cięciwy przez co zwiększają prędkość przepływu wzdłuż cięciwy. Podobnie płyty brzegowe – stosowane np. w akrobatach 3D.



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-37287800-1486457958.png)



(http://pfmrc.eu/uploads/monthly_02_2017/post-16754-0-29795600-1486457980.png)

Pewnie znowu rozpęta się coś jak w tym wątku. <http://pfmrc.eu/inde...-ich-działanie/>
[\(http://pfmrc.eu/index.php?topic/64495-generatory-na-skrzyd%C5%82ach-i-ich-dzia%C5%82anie/\)](http://pfmrc.eu/index.php?topic/64495-generatory-na-skrzyd%C5%82ach-i-ich-dzia%C5%82anie/)

Podsumowując

Jeśli mamy zbudowany model nawet ze skrzydłem bez skosu i zbieżności, to może „walić” się w korkociąg (wstępne jego fazy i dlatego mówimy „kret”) w pewnych fazach lotu. I nie pomoże tu zmiana skłonu czy wyklonu silnika. Jeśli te są dobrze ustawione można pokombinować np. z którymś z powyższych rozwiązań.

Rewers lotek (odwrotne ich działanie) – pisałem już o tym. Patryk mi opowiadał, że miał coś takiego u siebie w szybowcu.

Powtórzę jeszcze raz – najczęściej przyczyną jest zbyt mała sztywność skrzydła (może się zdarzyć właśnie w szybowcu), oblodzenia (ale nie w modelu), i nieprawidłowo wykonany NASA Droop.

Jeśli się coś zdarzy – przestać używać lotki (nie kontrować) bo można doprowadzić do dywergencji skrzydła (zniszczenia) – kontynuować lot przy pomocy steru kierunku.

W tym dokumencie jest trochę na ten temat z prawdziwego lotnictwa.

 (http://pfmrc.eu/index.php?app=core&module=attach§ion=attach&attach_id=118745) **02. Wiśniowski W..pdf** (http://pfmrc.eu/index.php?app=core&module=attach§ion=attach&attach_id=118745) **5.67 MB** 40

Ilość pobrań

Mundek

Napisano 08 February 2017 - 16:27

Bardzo dobre opracowanie tematu, 😊

Jarku, ostatnio popularne stają się tak zwane turbulizatory skrzydła, szczególnie w samolotach typu bush planes.

Jaka jest Twoja opinia w tej kwestii.

Tak na marginesie, mam trochę doświadczenia z tak zwanym NASA droops, miałem model w tym układzie, profil dokładnie ten sam

co na Twoim zdjęciu E-197, latał rewelacyjnie, na bardzo dużym kącie natarcia bez wpadania w korkociąg.

Co do rewersu lotek, nie było tego problemu.

Pozdrawiam Wladek.

jarek_aviatik

Napisano 08 February 2017 - 19:43

Bush planes - jak sama nazwa mówi, używane głównie w miejscach gdzie nie ma lotnisk (nie koniecznie w krzakach 😊).

Widziałem takie wynalazki w Arushy i innych tamtych rejonach.

Moim zdaniem głównie do skrócenia startu i lądowania. Nawet nie wyobrażacie sobie jakie tam robią modyfikacje (nie konieczne certyfikowane 😊) Podobnie na Alasce.

Tu pliczek z opracowaniem NASA Droop - zawieruszyl się.

 (http://pfmrc.eu/index.php?app=core&module=attach§ion=attach&attach_id=118912) **NASA Stall Spin**

Paper from 1970s (WhyCirrus).pdf ([http://pfmrc.eu/index.php?](http://pfmrc.eu/index.php?app=core&module=attach§ion=attach&attach_id=118912)

[app=core&module=attach§ion=attach&attach_id=118912](http://pfmrc.eu/index.php?app=core&module=attach§ion=attach&attach_id=118912)) **407.53 KB** 66 Ilość pobrań

Strona 2 z 2

[Wróć do Aerodynamika](#)