



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Vývoj STOL letounu kategorie UL/LSA pro bezpřípravkovou výrobu

Fakulta strojní, Ústav letadlové techniky

Ing. Jiří Brabec, Ph.D.

31.10.2019



1. Představení projektu

2. Definice zadání

3. Průběh řešení

- a) Návrh koncepce
- b) Návrh konstrukce
- c) Příprava výroby
- d) Výroba základních konstrukčních celků

4. Plán činností pro závěrečné fáze projektu

5. Specifika práce v týmu při návrhu letounu

6. Spolupráce s průmyslovým partnerem a přínos pro další aktivity ústavu

1. Představení projektu

- Projekt řešen ve spolupráci s firmou DIRECT Fly, s.r.o.
- Motivace pro návrh:
 - Nabídnout na trh nový letoun v kategorii UL/LSA letounu s charakteristikami STOL (**Short Take-off and Landing**)
 - Vyšší cestovní rychlost, než je u dané kategorie zvykem (obvykle cca 130 km/h)
 - Vyšší maximální rychlost (zřídka přes 170 km/h)
 - Větší dolet a komfort (snaha nabídnout v dané kategorii i výkony běžné spíše pro cestovní letadlo dané kategorie)

Typický příklad dnešních STOL letounů



1. Představení projektu

- Projekt je v současné době řešen s podporou TAČR v rámci programu EPSILON

T A TH0210807 – Letadlo typu UL-LSA STOL „KITPLANE“ – vývoj, stavba prototypu a testování
Č R nového typu letounu

- Původní doba řešení projektu 2017-2019
- Vzhledem ke změně legislativy pro návrh ultralehkých letounů zažádáno o prodloužení projektu
- Nový termín ukončení projektu 12/2020

2. Definice zadání

Výkonové požadavky a určení letounu

Primárním určením je: - Přeprava osob s omezeným množstvím zavazadel

- Samotného pilota s větším nákladem v trupu
- Schopnost přistání a vzletu na nekvalitních plochách
- Navzdory určení letounu je ovšem kladen důraz na aerodynamickou čistotu -> Větší dolet a vytrvalost

Požadované výkony:

- $v_C = 175$ až 180 km/h
- $v_H = 200$ až 210 km/h (se 100 hp motorem)
- $v_{S0} = 50$ km/h (při MTOM=472,5 kg)

Hmotnostní omezení: MTOM=600 kg (původně 472,5 kg)

$M_E =$ maximálně 380 kg (cílem je 330 až 350 kg)

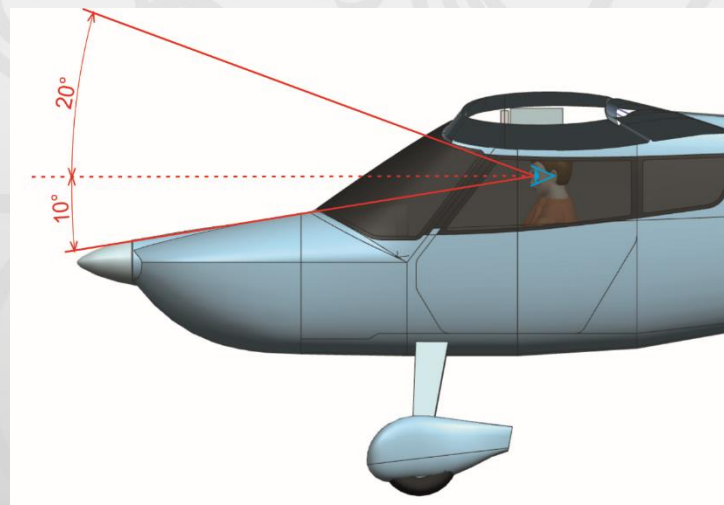
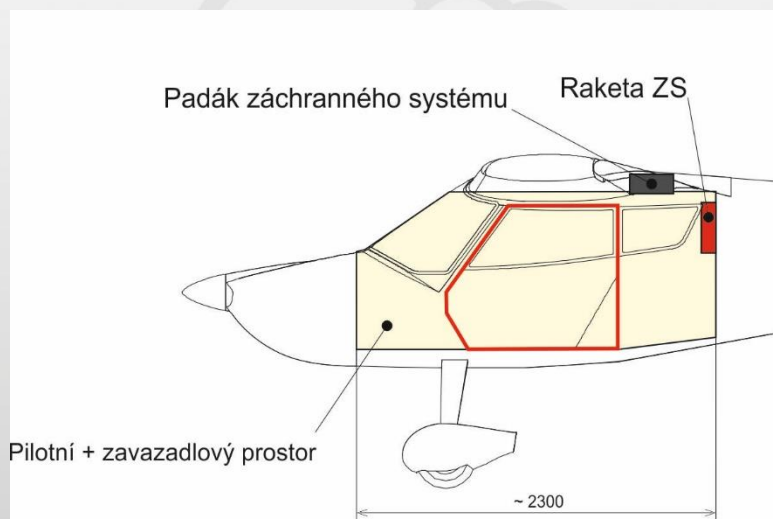
2. Definice zadání

Požadavky na užitečné zatížení:

- Nutnost pojmout posádku a dostatečné množství zavazadel

Minimální požadavek na hmotnost posádky 200 kg (dáno předpisem)

- Pro případ demontáže pravého sedadla schopnost pojmout i rozměrný náklad (např. nosítka)
- Minimální množství paliva 100 l s možností instalace „přídavné“ nádrže do trupu
- Minimální množství zavazadel 30 kg (v závislosti na konfiguraci letounu)
- Uspořádání pilotního prostoru musí zároveň zajišťovat posádce i dobrý výhled

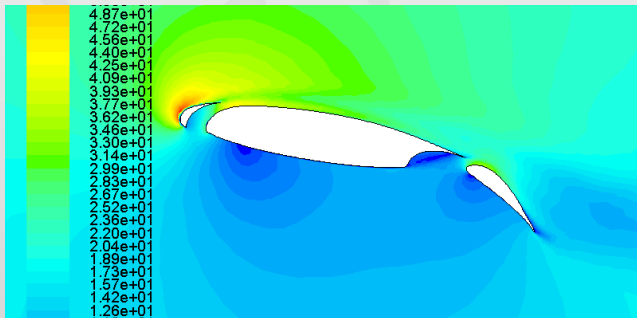
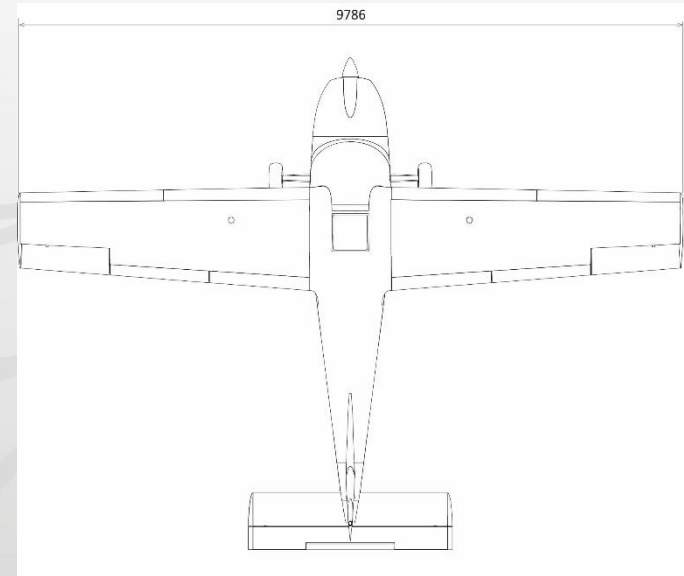
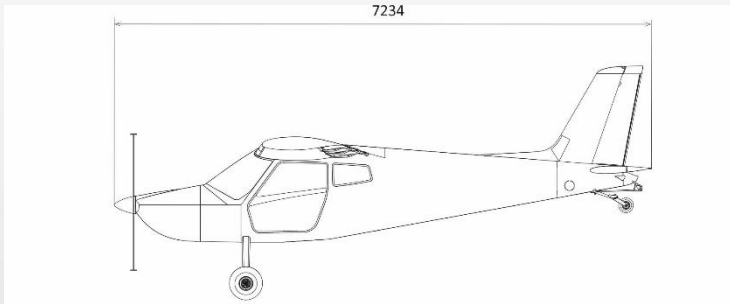




3. Průběh řešení

a) Návrh koncepce

- Koncepce letounu je silně závislá na požadovaných parametrech
- Uvedené požadavky jsou bohužel silně protichůdné (zejména max. vs. min. rychlost) a je proto nutné hledat přijatelný kompromis
- Na základě zadaných parametrů byla stanovena potřebná plocha křídla
- Pro potřeby splnění zadání byl navržen aerodynamický profil se vztlakovou mechanizací na náběžné i odtokové hraně (Získán užitečný vzor na profil)

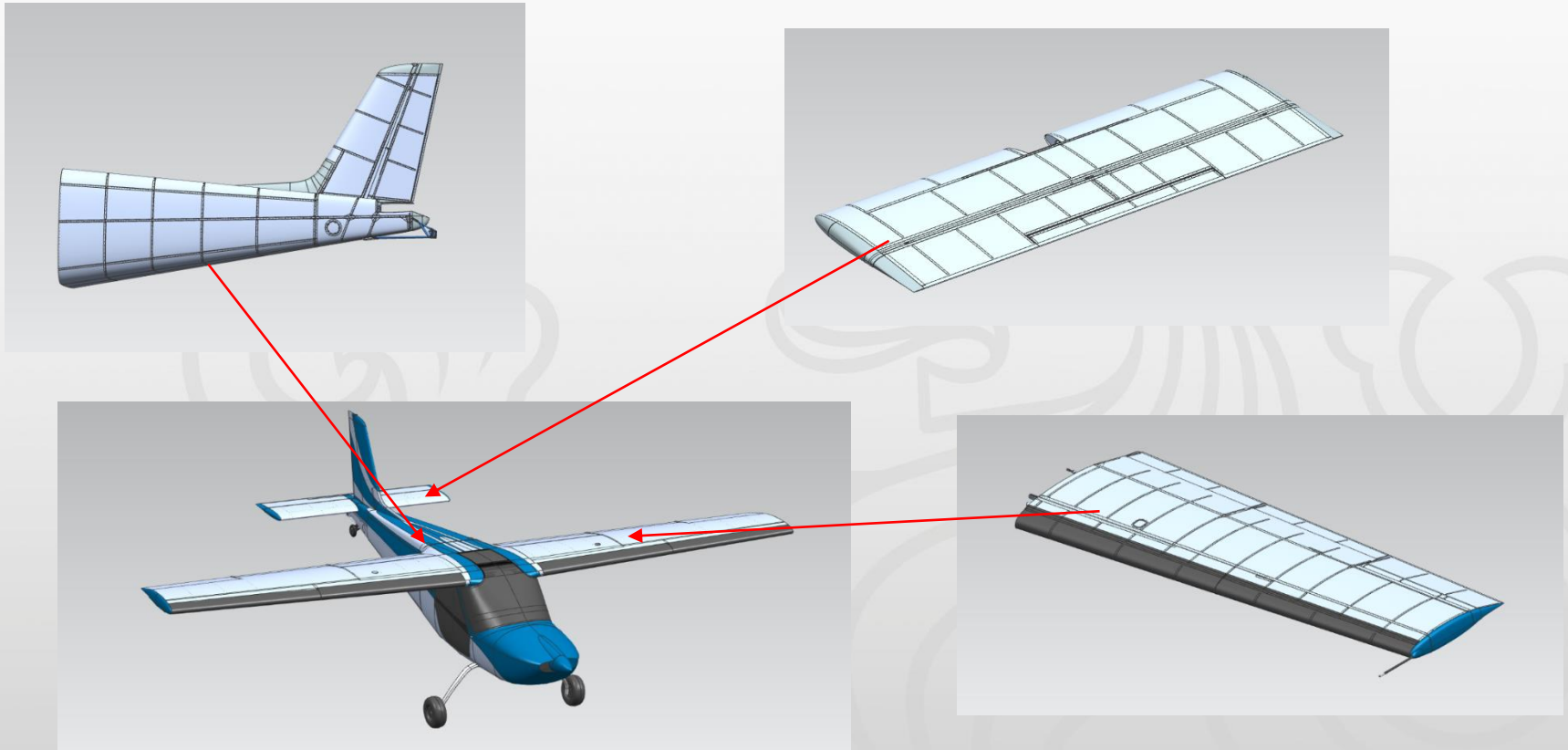




3. Průběh řešení

b) Návrh konstrukce

- Na základě geometrie vzešlé z optimalizační studie byly stanoveny letové výkony
- Navržená geometrie splňuje zadání z pohledu požadavků na letové výkony
- Bylo stanoveno zatížení a navrženy základní dimenze

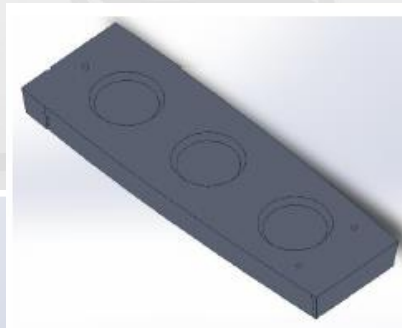
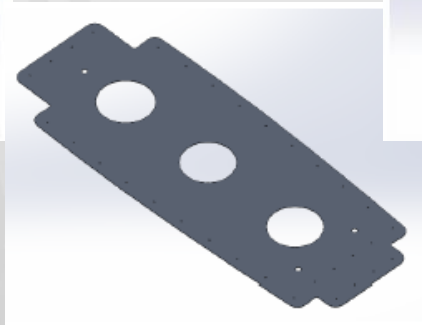
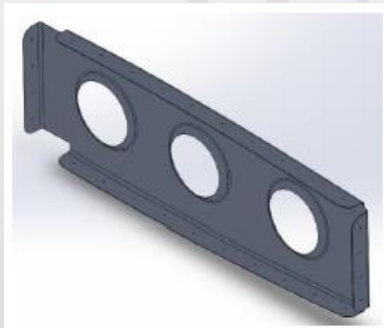




3. Průběh řešení

c) Příprava výroby

- Letoun vyráběný v dané kategorii perspektivní technologií „match hole“
- Pro sestavování draku letounu není nutný jediný přípravek – letoun je možné snýtovat „na stole“
- Značná úspora času a tím i výrobních nákladů
- Snížení pravděpodobnosti lidské chyby
- Velmi vhodné i pro amatérskou stavbu jako stavebnice
- Ladění konstrukce pro výrobu použitou technologií je výrazně náročnější, než pro klasické nýtování





3. Průběh řešení

d) Výroba základních konstrukčních celků

- „Ladění“ konstrukce probíhalo nejdříve na jednodušších celcích (křídélko a VOP)



- Následovaly složitější díly (zadní část trupu a kýl) a sestavení celků do sestav



Nejdůležitější činnosti pro závěrečné fáze projektu:

12/2019 : Finalizace výroby zkušebního prototypu (zejména křídlo)

12/2020 : Pevnostní zkoušky

03/2020 : Výroba letového prototypu

04/2020 : Účast na AERO Friedrichshafen

04/2020-10/2020 : Letové zkoušky

12/2020 : Uspořádání finální dokumentace k letounu před zahájením výroby ověřovací série



5. Specifika práce v týmu při návrhu letounu

- Návrh letounu je multidisciplinární činnost
- V návrhu je nutné zahrnout aerodynamické výpočty, hmotové podklady, konstrukční aspekty návrhu a v poslední řadě i estetickou stránku návrhu
- Každé oddělení má svou vlastní představu o tom, jak by takové letadlo mělo vypadat



- Jednotlivé skupiny navíc nemohou pracovat zcela odděleně (vše souvisí se vším)
 - => Je tedy nutný neustálý tok dat mezi nimi
 - => Návrh letounu je spíše iterační proces
- Všechny kroky je zároveň nutné konfrontovat s požadavky zákazníka, které jsou často zcela protichůdné:

Maximální	X	minimální rychlost
Technologická jednoduchost	X	aerodynamická čistota a hmotnost

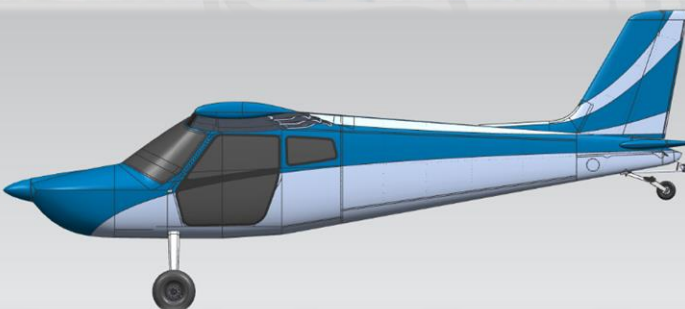
6. Spolupráce s průmyslovými partnery a přínos pro další aktivity ústavu

1) Projekty s průmyslovým partnerem

JA – 100 (2008 – 2011)



DS-1 (2016 – 2020)



- Příprava certifikační dokumentace a provádění pevnostních zkoušek
V posledních několika letech provedeno na Ústavu více než 10 pevnostních zkoušek křídel a jiných částí draku
Připravena kompletní certifikační dokumentace pro 3 sportovní letouny
- Provádění Flutter testů sportovních letadel (od roku 2006 cca 27 letadel)

6. Spolupráce s průmyslovými partnery a přínos pro další aktivity ústavu

2) Původem „školní“ projekty

- Na počátku je vždy řešení v rámci diplomových prací (snaha přenášet zkušenosti z projektů s průmyslem do studentských projektů)
- V případě potenciálu projektu hledání partnera pro jeho realizaci

ZM – 02 (1993-1999)

Celý návrh proběhl v rámci DP (Cca 10 diplomových prací)



„TRILOBIT“ (2014)



UL – 39 Albi (1999 – 2016)

1999 - 2010: V rámci DP (120 DP a 5 disertační práce)
2005 – 2011: Návrh pohonu v rámci CLKV (MŠMT)
2011 – 2015: V rámci programu TIP (MPO)
2016 – 2021: V rámci TRIO (MPO) - Albi II



6. Spolupráce s průmyslovými partnery a přínos pro další aktivity ústavu

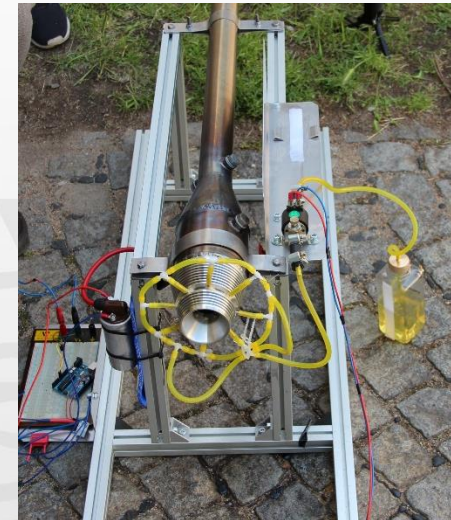
3) Vliv řešení reálných projektů do výuky na ULT

Řešení projektů si „na vlastní kůži“ ověřují studenti v rámci předmětu „Týmový projekt“

1) Návrh křídla a jeho zkoušky



2) Návrh a výroba pulzačního motoru



3) „Drop slam“





ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Děkuji za pozornost

