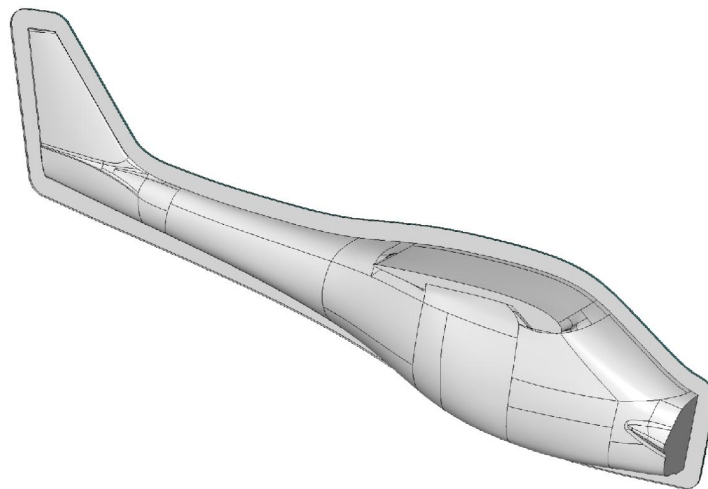


# Konstrukce formy pro výrobu trupu ultralehkého letounu

*Konstrukce*

**Autor:** Bc. Aneta Zatočilová (Aneta.Zatocilova@gmail.com)

**Školitel:** Ing. David Paloušek Ph.D.



## Formulace řešeného problému

Firma UL-Jih se věnuje výrobě ultra lehkých letadel ze sendvičového laminátu. Aby udržela krok s konkurencí, musí dosáhnout efektivnější a rychlejší výroby, která zajistí úsporu financí. Základním předpokladem je vyřešení následujících problémů:

- Nepřesné formy - Po sesazení laminátových dílů je třeba dodatečně opravovat exteriér letounu zvláště v oblasti dělicí roviny, což znamená stovky hodin ruční práce navíc. Není možné využít tzv. gelcoatu, namísto finančně nákladnějšího lakování. Odchyly tvarové a rozměrové přesnosti každého dílu způsobují problémy při montáži.
- Neexistence přesné výkresové dokumentace a CAD modelů - brzdí vývoj ultra lehkých letounů ve firmě UL-Jih. Zmíněné problémy je třeba řešit výrobou nových přesných forem s využitím CNC obrábění. Z toho vyplývá potřeba digitální předlohy v podobě CAD modelů. Při požadavku na přesnou digitální kopii objektu obecného tvaru je v dnešní době jediným efektivním řešením využití technologií 3D digitalizace. Samotná digitalizace pomocí 3D skeneru je však pouze malou dílčí prací z celého procesu reverzního inženýrství. Velmi podstatné je tedy rychlé a efektivní zpracování dat ve vhodném softwaru.

## Cíl práce

Cílem diplomové práce je konstrukční návrh formy pro výrobu skeletu trupu ultra lehkého letadla s využitím optické digitalizace a reverzního inženýrství. Forma musí splňovat technologické nároky na vyrobiteľnosť a odformovateľnosť diílu. Digitální model formy bude sloužit k vygenerování kódu pro NC strojní obrábění.

## Dílčí cíle

Digitalizace trupu a nosu letounu pomocí dostupného zařízení.

Rekonstrukce naměřených dat – optimalizace polygonální sítě za účelem zajištění vhodného podkladu pro zpracování plošného modelu.

Vytvoření plošného modelu trupu a nosu letounu s ohledem na dodržení hladkosti a tečného nebo křivostního napojení ploch.

Odvození geometrie formy.

## Závěr

V této práci je prezentován postup tvorby modelu pro CNC strojní obrábění s využitím reverzního inženýrství, technologií optické digitalizace a pokročilých softwarů. Všechny stanovené cíle práce byly splněny.

Ve firmě UL-Jih Kaplice bylo realizováno měření trupu a nosu letounu pomocí optického skeneru Atos a fotogrammetrického systému Tritop. Naměřená data byla použita pro softwarové zpracování plošného modelu formy trupu letounu. Výsledný model bude využit pro výrobu nové přesné formy pomocí CNC strojního obrábění.

Při měření trupu letounu o rozměrech cca 7x2x2 m bylo dosaženo odchylky geometrie pouze 0,08 mm. Naměřená data převedená do podoby polygonální sítě však obsahují řadu chyb, které je třeba eliminovat. Z toho vyplývá nutnost softwarového zpracování naměřených dat. Jeho náročnost závisí na požadovaném využití finálního modelu. I když současné CNC technologie umožňují obrábění na základě STL podkladu, naměřená data v podobě polygonální sítě byla využita k tvorbě plošného modelu. Důvodem je nedokonalost geometrie měřeného trupu letounu, která vznikla laminováním do nepřesných a opotřebovaných forem.

Plošný model byl tvořen v softwaru Tebis, práce byla koncipována do dvou etap - tvorba ploch na povrchu rekonstruované polygonální a tvorba ploch na místech bez podkladu STL. Výsledný model splňuje řadu nároků, které byly

na počátku modelování stanoveny, na základě konzultace se zaměstnanci firmy Mace systém s.r.o. Splnění všech kritérií zajistí bezproblémové využití modelu dalších softwarech nebo pro CNC strojní obrábění.

Odchytky plošného modelu od STL podkladu dosahují na většině modelu

$\pm 0,2$  mm, větší odchylky vznikly v místech, kde byly eliminovány tvarové nepřesnosti původní měřené geometrie. Požadavek firmy UL-Jih kaplice – velikost odchylek plošného modelu do 1 cm, mimo oblast čelního skla a dveří – však byl splněn.

## Fotografická dokumentace

