

Návrh a rozbor manipulace Out Jig vozíku na programu CSeries

Bc. Martin Novotný

Vedoucí práce: Ing. Antonie Burešová

Abstrakt

Příspěvek pojednává o dílčí části manipulace s pevnou náběžnou hranou pro nové letouny Bombardier CSeries během jejich výroby v podniku Aero Vodochody. V příspěvku je popsán princip návrhu a vyhodnocení tras pro speciální transportní vozík – Out Jig, na kterém je pevná náběžná hrana převážena. Součástí projektu byl popis a návrh opatření pro bezproblémový přejezd tažné soupravy po teoreticky navržené trase. Závěr projektu spočíval v praktickém ověření průjezdnosti navržené trasy s reálnou tažnou soupravou.

Klíčová slova

Technická příprava výroby, Projektování, Simulace pohybu vozidel, CSeries

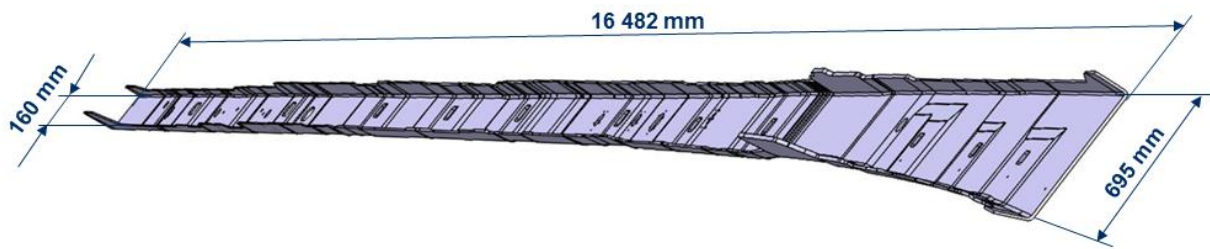
1 Úvod

Aero Vodochody a.s. (dále jen AV) podepsalo v roce 2009 kontrakt na mezinárodní risk-sharingový projekt s belgickou společností SONACA. Předmětem spolupráce je vývoj a výroba přední části křídla – pevné náběžné hrany – FLE pro nové letouny Bombardier CSeries (CS100, CS300).

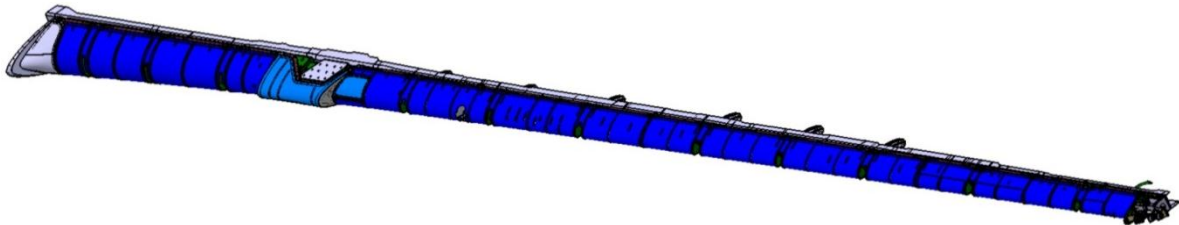
Pevná náběžná hrana je důležitou částí křídla letadla. Obsahuje mechanizaci pro vysouvání slotů, které zvyšují vztlak a používají se společně se vztlakovými klapkami při vzletu a přistání. Na FLE jsou kladeny vysoké požadavky na aerodynamickou přesnost, schopnost fungovat za velkého rozsahu provozních teplot a také na dlouhodobou provozní spolehlivost. Základním prvkem FLE je bezmála sedmnáctimetrový kompozitový nosník - Front Spar.



Obr. 1 Model letadla Bombardier CSeries



Obr. 2 Front Spar – kompozitový nosník



Obr. 3 Levá pevná náběžná hrana

Manipulace jak s kompozitovým nosníkem, tak FLE vyžaduje maximální opatrnost a vysokou přesnost ustavení, což je ztěžováno zejména jejich délkou. S ohledem na tyto podmínky byly navrženy a zkonstruovány specializované přípravky pro ustavování, upevňování, otáčení a přepravu kompozitového nosníku i FLE.

2 Zadaný úkol

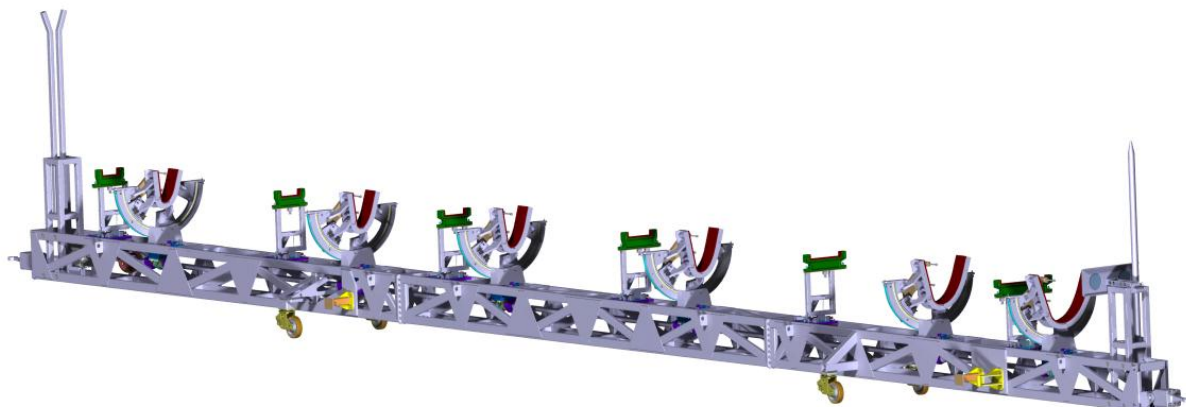
Úkolem mnou zpracovávaného projektu bylo se zaměřit na dílčí část manipulace při výrobě FLE a to na přepravu FLE z hlavní montážní haly H1 do lakovny H2 a zpět. Navrhnout, odsimulovat a vybrat trasu průjezdu tažné soupravy. Na vybrané trase identifikovat možné překážky a navrhnout opatření pro jejich odstranění nebo jejich bezproblémové překonání. Na závěr provést praktické testy a vyhodnotit navrženou trasu.



Obr. 4 Mapa areálu AV. Červené kolečko znázorňuje oblast, ve které je možné FLE přepřavit z H1 do H2 a zpět

3 Popis tažné soupravy

Tažná souprava se skládá z Out Jigu a elektrického tahače. Out Jig je příhradová svařovaná konstrukce se dvěma nápravami a čtyřmi otočnými kolečky, sloužící k přepravě kompozitového nosníku a FLE.



Obr. 5 Model Out Jigu

Tab. 1 Základní data o Out Jigu

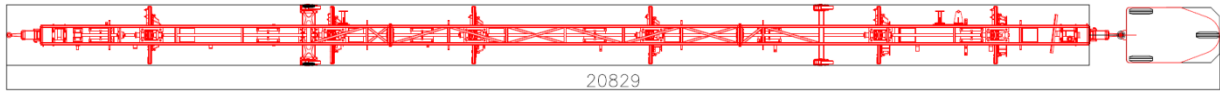
Parametr	Hodnota
Hmotnost	~ 2 800 kg (bez FLE)
Maximální délka	19 182 mm (sklopená obě závěsná zařízení)
Maximální šířka	1 030 mm
Kolečka	otočná, Ø200 mm, šířka 50 mm



Obr. 6 Fotografie elektrického tahače

4 Simulace pohybu tažné soupravy

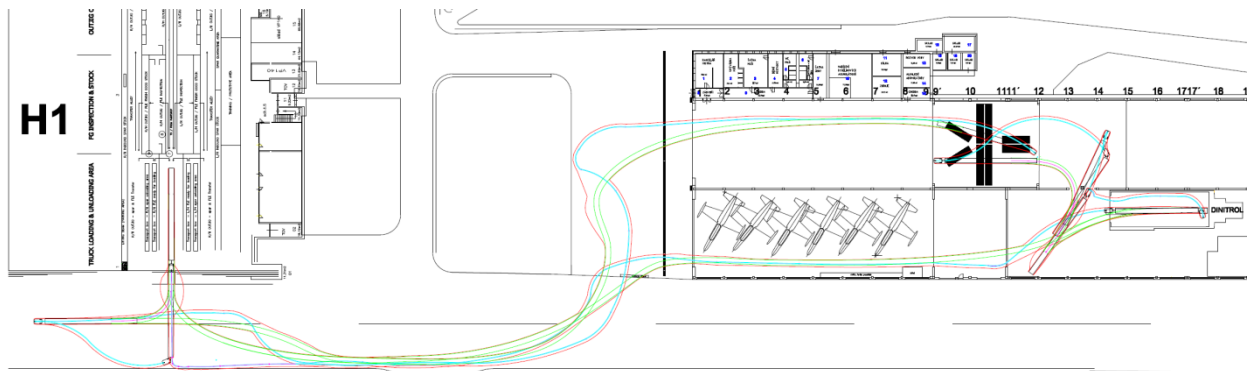
Pro simulaci pohybu tažné soupravy jsem použil specializovaný software pro simulaci pohybu vozidel - AutoTURN v6. Pro potřeby simulace jsem složitou reálnou soupravu nahradil modelem. Nahrazení v půdorysu společně s porovnáním vůči realitě je na **Obr. 7**.



Obr. 7 Porovnání modelu soupravy v programu AutoTURN v6 s realitou; Červeně - reálná tažná souprava

Po nahrazení reálné tažné soupravy modelem jsem celou trasu z H1 do H2 a zpět rozdělil na tři dílčí úseky. V každém ze tří úseků jsem navrhnul několik variant, jak přepravit FLE na Out Jigu do dalšího úseku. Rozdělení trasy na úseky bylo umožněno technologickým postupem výroby, kdy se montážní celek FLE přepravuje nejprve z H1 do lakovacího boxu, z lakovacího boxu do dinitrolového boxu a nakonec z dinitrolového boxu zpět do H1. V lakovacím boxu se provádí nanesení základní barvou. V dinitrolovém boxu se nanáší antikoroziční nátěr DINITROL. Po obou nátěrech následuje sušení.

Navrhnuté varianty průjezdů jsem simuloval pomocí simulačního softwaru a následně jsem vybral vyhovující trasu pohybu tažné soupravy. Hlavní kritéria při posuzování vhodnosti či nevhodnosti variant byla bezpečnost, jednoduchost a nákladová nenáročnost. Závěrečná trasa pohybu je zobrazena na **Obr. 8**

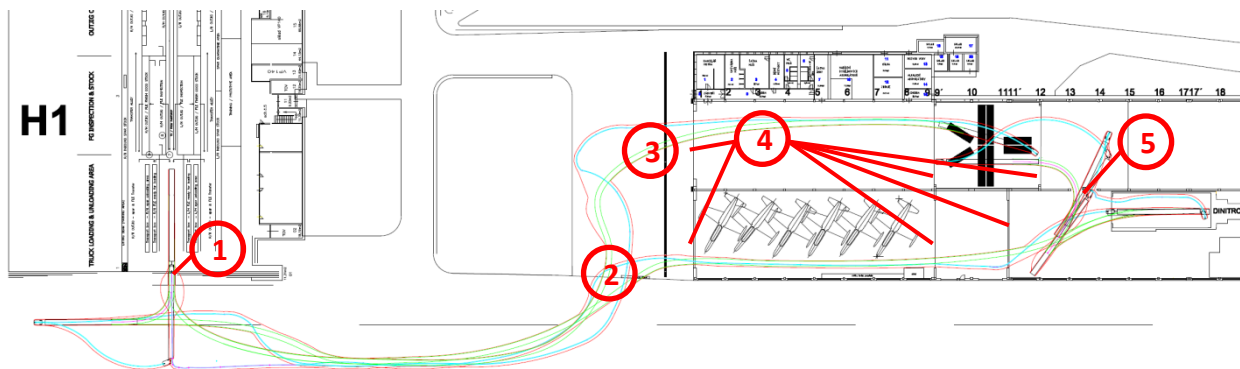


Obr. 8 Celá navržená trasa z H1 do H2 a zpět

5 Překážky a jejich odstranění

Na vybrané trase bylo nutné identifikovat případné překážky pro tažnou soupravu a tyto překážky buď eliminovat, nebo navrhnout taková opatření, která umožní bezproblémový přejezd překážky. Na trase jsem identifikoval celkem pět výrazných překážek, a to:

1. Kolejnice a kanálová mříž u H1
2. Sjezd ze silnice k H2
3. Liniového odvodnění (kanálová mříž) před H2
4. Vodicí lišty pro vrata H2
5. Kanálové víko uvnitř H2 před dinitrolovým boxem



Obr. 9 Umístění a popis překážek

Pro každou z překážek jsem zpracoval rozbor její závažnosti a navrhnul několik variant pro její překonání nebo eliminaci. Pro určení závažnosti přejezdu překážek jsem vymyslel metodu „výškového rozboru“, která umožňovala určit, zda tažná souprava danou překážku přejeďe, nebo na ní uvízne. Po kvantifikaci závažnosti bylo možné posoudit vhodnost navrhovaných opatření a přistoupit k jejich realizaci. Jedno z realizovaných opatření je na **Obr. 10**. Jedná se o mostek pro přejezd překážky 1.



Obr. 10 Usazený mostek

6 Testy průjezdu s reálnou tažnou soupravou

Po ukončení teoretické části, která se skládala z návrhu trasy pohybu, identifikace překážek a návrhu pro jejich bezproblémové překonání, byly provedeny testy s reálnou tažnou soupravou.

6.1 První test

Cílem první testovací jízdy bylo odzkoušet položení mostku, přejezd mostku a přeprava tažné soupravy z H1 do nového lakovacího boxu uvnitř H2.



Obr. 11 Proní výjezd tažné soupravy po mostku



Obr. 12 Přejezd po asfaltové silnici směrem k H2



Obr. 13 Kolize Out Jigu s profilem vedení nových vrat lakovny

Jak je zachyceno na obrázcích, těsně před vjezdem do H2 došlo ke kolizi s profilem vedení vrat a test byl zastaven. Místo vjezdu do lakovacího boxu se tedy tažná souprava otočila a zamířila zpět do H1.

Důvod kolize byl jednoznačně dán konstrukční chybou Out Jigu, jehož konce byly až o 70 mm níže, než bylo zobrazeno v 3D modelu. Situace se vyřešila zvýšením celého podvozku Out Jigu přibližně o 30 mm. S takto upraveným Out Jigem se provedl **druhý test**.



Obr. 14 Podložka nad kolem u pevné nápravy Out Jigu

6.2 Druhý test

Cílem druhé testovací jízdy bylo upravený Out Jig dopravit do nového lakovacího boxu. To se podařilo. Zároveň se odzkoušela kompletní trasa průjezdu. Během druhé testovací jízdy nedošlo k žádným komplikacím a tak byla testovací část ukončena.



Obr. 15 Upravený Out Jig v novém lakovacím boxu

7 Závěr

Provedl jsem návrh a ověření trasy speciální tažné soupravy, sloužící pro převoz pevné náběžné hrany, mezi montážní a lakovací halou v areálu Aero Vodochody. Při návrhu tras jsem použil simulační software a model tažné soupravy, který obsahoval několik nepřesností. Po provedení simulace tras jsem identifikoval překážky a navrhnul opatření pro jejich bezproblémové překonání či eliminaci. To vše bylo podrobena testu s reálnou tažnou soupravou. Napoprvé došlo ke kolizi vlivem konstrukční chyby Out Jigu, kterou se podařilo odstranit poměrně jednoduchým opatřením. Druhý test již proběhl bez komplikací.

Závěrem lze konstatovat, že výše zmíněné chyby modelu se nijak výrazně neprojeví na kvalitě navržených tras, které velmi dobře reprezentují skutečné průjezdové trasy reálné tažné soupravy.

Pozn.: V tomto příspěvku je uveden pouze zlomek z celkového množství informací, které jsou uvedeny v zatím nepublikované diplomové práci na toto téma[1].

Seznam symbolů a zkratk

<i>m</i>	hmotnost	[kg]
FLE	Fixed Leading Edge (pevná náběžná hrana)	
Out Jig	speciální vozík pro převoz FLE	
AV	Aero Vodochody a.s.	
H1	hala 1 v areálu AV	
H2	hala 2 v areálu AV	

Seznam použité literatury

- [1] NOVOTNÝ, Martin. *Návrh a rozbor manipulace Out Jig vozíku na programu CSeries*. Praha, 31.8.2012. Diplomová práce. ČVUT v Praze.