

Využití tvorby modelů a simulací

v Autodesk Inventoru a Autodesk Simulation CFD

Petr Fořt, David Poul

V posledních letech je naší mladé generaci techniků přístupná stále častěji špičková technologie již na úrovních jejich studia. Dosažitelnost výkonného odborného softwaru a jeho využití umožňuje sbližování teoretické výuky a praxe. Díky rozumné licenční politice společností produkujících software lze pak dosáhnout i na půdě škol velmi zajímavých výsledků a provázat je úzce s dalšími projekty.

Ty mohou v sobě integrovat postupy a zkušenosti donedávna přístupné pouze ve špičkové průmyslové praxi. Rád bych našim čtenářům představil jednu z velmi zajímavých prací, která by jinak jistě zapadla ve školním archívu.

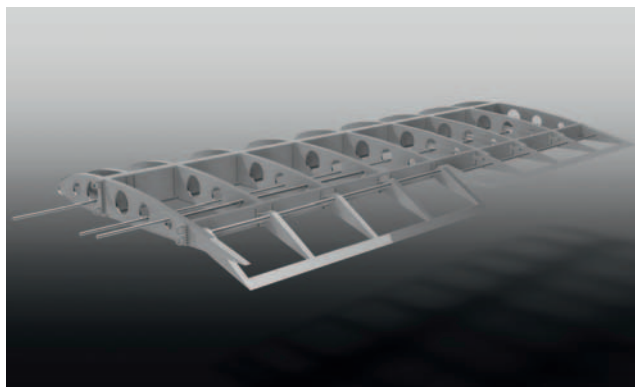
Studentskou práci vytvořil David Poul, student čtvrtého ročníku střední školy, oboru Technické lyceum na VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou. Primárním úkolem bylo aplikovat některé z postupů PLM technologií na rozsáhlejší sestavě a vyzkoušet možnosti řešení i méně tradičních úloh z praxe. Základním cílem práce bylo navíc demonstrovat možnosti nasazení méně známých aplikací od společnosti Autodesk na komplexnějším samostatném vývojovém úkolu řešeném v rámci projektové výuky. K dispozici pro řešení problematiky bylo několik vstupních podmínek a určitá představa o nasazení produktů Autodesku.

Práce je ukázkou pěkného spojení nejnmodernějších postupů 3D navrhování a tvorby

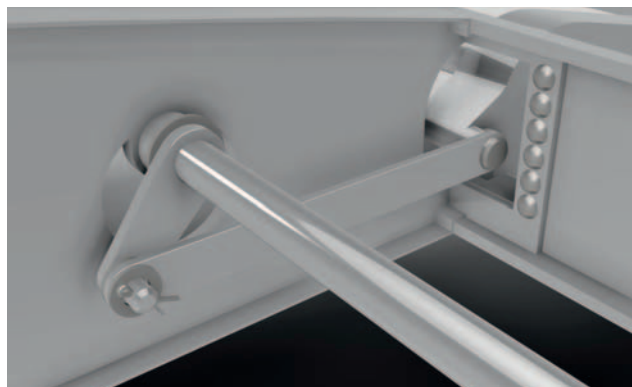
digitálních prototypů s oblastí stále častěji využívaných FEM technologií. Studie může být bezesporu pěknou inspirací pro projektovou modernizaci často konzervativního průběhu výuky, která by měla rozvíjet znalosti a především tvůrčí potenciál studentů našich technických škol. Komplexnost úlohy a její provázanost navíc pěkně demonstruje možnosti nasazení aplikací dostupných v Autodesk Academia prostřednictvím mezinárodního komunitního portálu. Z hlediska pracnosti se jedná o závěrečnou ročníkovou práci na střední škole s rozsahem přibližně 10 hodin pro úvodní studii a 3D modelování sestavy s několika hodinami věnovanými zjednodušení a analýzám proudění.

David si zvolil pro svou práci ne příliš snadný úkol. Pokusil se o studii mechanizace křídla letadla, které je vybaveno několika samostatnými mechanickými prvky pro řízení a modifikaci vztlačku. Několikrát v průběhu řešení zavítal i na nedaleké letiště, kde si prostudoval skutečné létající stroje tak, aby mohl vytvořit jejich digitální model.

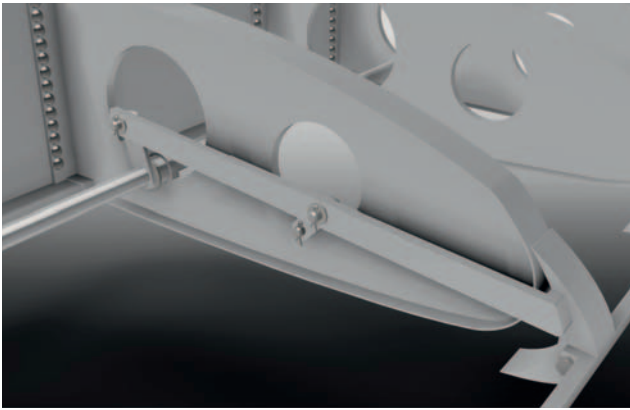
Primární sestava mechanizace křídla letadla byla následně vytvořena s ohledem na úroveň znalostí v jednoduché podobě s jedním průběžným profilem. Díky tomu bylo možné v poměrně krátkém čase dosáhnout solidní rozpracovanosti sestavy a především mechanizace křídla jako takového. Vlastní pohybové prvky křídla byly rozděleny na funkční celky. Ty jsou tvořeny



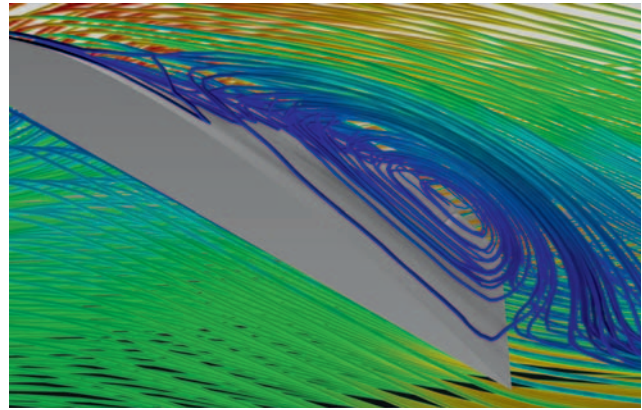
Konstrukce křídla je provedena v Autodesk Inventor 2014



Velmi detailně je modelována mechanizace křídla, v tomto případě slotu na náběžné hraně.



Veškerá mechanizace křídla byla prověřena na kinematiku.



Vliv slotu na proudnice, základní analýza

konstrukčně statickou částí nosné plochy, křídélkem, vztlakovou klapkou a čelním slotem. Postupně byly v Autodesk Inventoru vyřešeny komponenty mechanismu pohybu a prověřeny kolizní stavy v oblasti krajních výchylek. Pozornost byla při konstrukci věnována také tradičním postupům výroby letadel. V tomto případě bylo křídlo provedeno jako nýtovaná konstrukce. Spoje byly řešeny z důvodu zjednodušení modelu pouze ilustrativně, obdobně jak je tomu u svařovaných dílů, které nahrazují vlastní svary symbolickou texturou. Velké množství nýtů by samozřejmě zatěžovalo i vlastní systém při výpočtu. Otázkou samozřejmě je, do jaké míry by bylo možné následně aplikovat například pevnostní FEM výpočty.

Geometrie křídla byla následně pro potřeby výpočtů a analýz proudění zjednodušena parametricky modifikovatelným plošným modelem. Tento model ohraničuje geometrii křídla pouze v podstatných vnějších partiích profilů a pozice vztlakové klapky a křídélka. Provedením se jedná v Autodesk Inventoru o jednoduchou náhradu geometrie sestavy ekvivalentním objemovým nebo plošným modelem, který je vůči vlastní simulaci z hlediska objemu dat šetrnější. Bylo by zbytečné obětovat drahocenný výkon počítače na něco jiného, než je vlastní výpočet proudnic.

Pro simulaci bylo po několika testech využito softwaru Autodesk Simulation CFD,

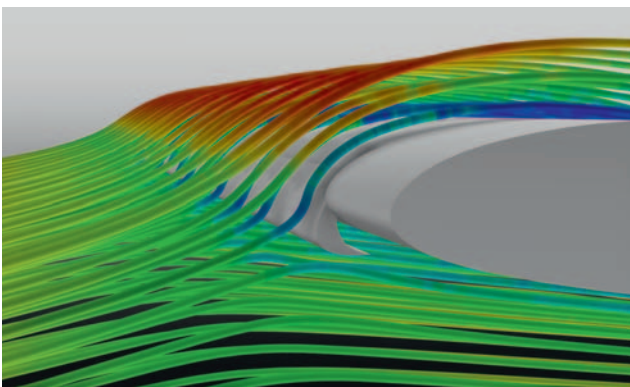
kteří dokáže poměrně rychle a srozumitelně ilustrovat vlastní řešení problému na základě nastavení okrajových podmínek. Studie proudění byla vytvořena pro několik variant nastavení vztlakových klapek a křídélek a byla využita pro detailní analýzu. Výsledky jsou patrné z přiložených obrázků. Vlastní proces analýzy se skládá z importu 3D modelu v nativním formátu Autodesk Inventoru. V dalším kroku bylo nutné věnovat detailní pozornost vytvoření virtuálního prostoru aerodynamického tunelu s definicí proudícího materiálu, v našem případě vzduchu, kde je umístěna vlastní překážka – křídlo. Po optimalizaci simulačního modelu bylo nutné nastavit vlastní okrajové podmínky mapující vstupní rychlost a tlak. Po následné polygonizaci modelu s případnou modifikací sítě byl proveden vlastní výpočet pomocí řešiče.

Závěrem bych se s našimi čtenáři podělil o pár postřehů z uvedené studie. Aplikace nových postupů a technologií tvorby digitálních prototypů z pohledu realizace výrazně posiluje v prvotní fázi řešení především návrh konceptu. Lze velmi rychle a efektivně odladit vše potřebné na úrovni zjednodušených, ilustrativních geometrií a pohybových simulací. Ve fázi komplexnější konstrukce je již vše dáno praktickými zkušenostmi a možnostmi využívaného softwaru, které jsou ve strojírenství silně podpořeny postupy funkčního designu a generováním. Obecně lze navíc konstatovat, že vlastní cesta od myšlenky k finální

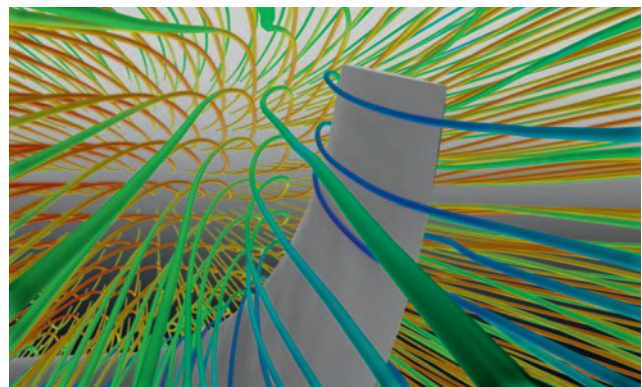
dokumentaci je díky aplikaci 3D návrhu průhlednější a atraktivnější i pro začínající uživatele.

K opatrnosti ve výuce bych osobně nabádal v oblasti prvotního představení postupů vázaných na FEM nástroje. Cílené využití těchto nástrojů bez zcela zásadních a dlouhodobých zkušeností bych považoval za jisté hazardování vzhledem k velkému množství okrajových podmínek. Ty mohou u jedné simulace dát i zcela rozdílné výsledky, které by mohly mít u finálního výrobku kritické následky. I z tohoto důvodu bych volil vzhledem k mladým uživatelům vždy opatrnější představení FEM postupů žákům a studentům technických škol s výrazným důrazem na různé typy singularit a problematických bodů výpočtů. FEM nelze používat jen jako pouhou kalkulačku na výsledky, kterým lze vždy věřit. Vůči FEM výpočtům je opravdu nutné mít neustále jistou míru respektu a výpočet vždy konzultovat s několika separátními řešeními.

Z pohledu realizace projektové výuky a jejího sblížení se skutečným stavem průmyslové praxe je pak jistě ideálním řešením přímé zapojení nápadů a intelektu studentů. Výsledky můžeme být velmi pozitivně překvapeni, jak dokáže mladá generace našich techniků svěřené nástroje aplikovat a využít. Lze si jen přát, aby tento trend a nadšení začínajícím technikům do budoucna zůstaly a byly spojeny s technickým myšlením, kreativitou a kvalitním logickým úsudkem spojeným s kvalitními odbornými znalostmi. ■



Turbulentní proudění v místě vztlakové klapky



Změna proudnic v okolí wingletu