

Konstrukce, výroba a analýzy malého čtyřrotorového dronu

Autor článku: Petr Fořt

Tags: [3D tisk](#) | [Drony](#) | [FEM](#) | [VOŠ a SPŠ](#) | [Výuka](#) | [Žďár nad Sázavou](#)



Součástí letošní, ne příliš tradiční výuky, bylo také hledání zajímavých témat pro projektovou on-line výuku. Jejich cílem bylo nejen vysvětlit odbornou problematiku, ale také názorně na dálku představit studentům práci s odborným software. Na VOŠ a SPŠ ve Žďáru nad Sázavou věnujeme nasazení PLM a BIM technologií se studentskými projekty pozornost řadu let.

Sbližují potřebné teoretické znalosti s prakticky realizovanými projekty blízkými technické praxi ať se již jedná o průběžné nebo maturitní projekty. Projektová výuka se ukázala v aktuální situaci jako jedna z možností pro získání nových znalostí v různých oblastech nasazení digitálních technologií.



Projekt poskytuje široký prostor pro nasazení moderních vývojových nástrojů

Tématem dnes představeného projektu byl kompletní vývoj malého čtyřrotorového dronu spojený s jeho výrobou a analýzami pohonných jednotek. Toto téma jsme zvolili záměrně s ohledem na aktuální atraktivitu problematiky. Jedná se o konstrukčně komplexní projekt zahrnující jak možnosti efektivního nasazení digitálního prototypu, tak integraci nejnovějších výrobních technologií ve vazbě na elektroniku a řízení sadou speciálních mikropočítačů. Součástí projektu bylo také seznámení s aktuální legislativou v tomto oboru, kterou si vyžaduje stále větší obliba těchto zařízení. Na projektu vzniklo také několik zajímavých měření účinnosti elektropohonu.

Vývoj a konstrukce s využitím symetrického adaptivního modelu

Vhodná volba tématu pro projektovou výuku je vždy založena na jeho optimálním rozsahu. Pro ucelenou realizaci je podstatné zvolit ne příliš rozsáhlé téma, které ve finále vytvoří funkční celek výrobku. Koncept dronu, již ze své podstaty, umožňuje systematický postup tvorby projektu s využitím adaptivního navrhování v sestavě. Jedná se konstrukčně o symetrickou geometrii, u které lze aplikovat efektivní postupy parametrizace.

Prakticky lze řešit pouze jednu čtvrtinu dronu a tu následně zrcadlit ve dvou rovinách. Práce je tak zásadně akcelerována a je velmi blízká praxi, kdy se symetrie využívá nejen na úrovni konstrukce, ale také výpočtů, analýz a technologické přípravy výroby. Takto strategicky zvolený návrhový proces umožňuje rychlou optimalizaci variant dronu například s vazbou na výsledky FEM analýz nebo přípravy technologie výroby. Adaptivní proces modelování v sestavě není triviální a je jej nutné se studenty předem detailně probrat na jednodušších tématech. Odměnou za znalosti adaptivního modelování je ale efektivní tvorba a modifikace geometricky navazujících součástí.

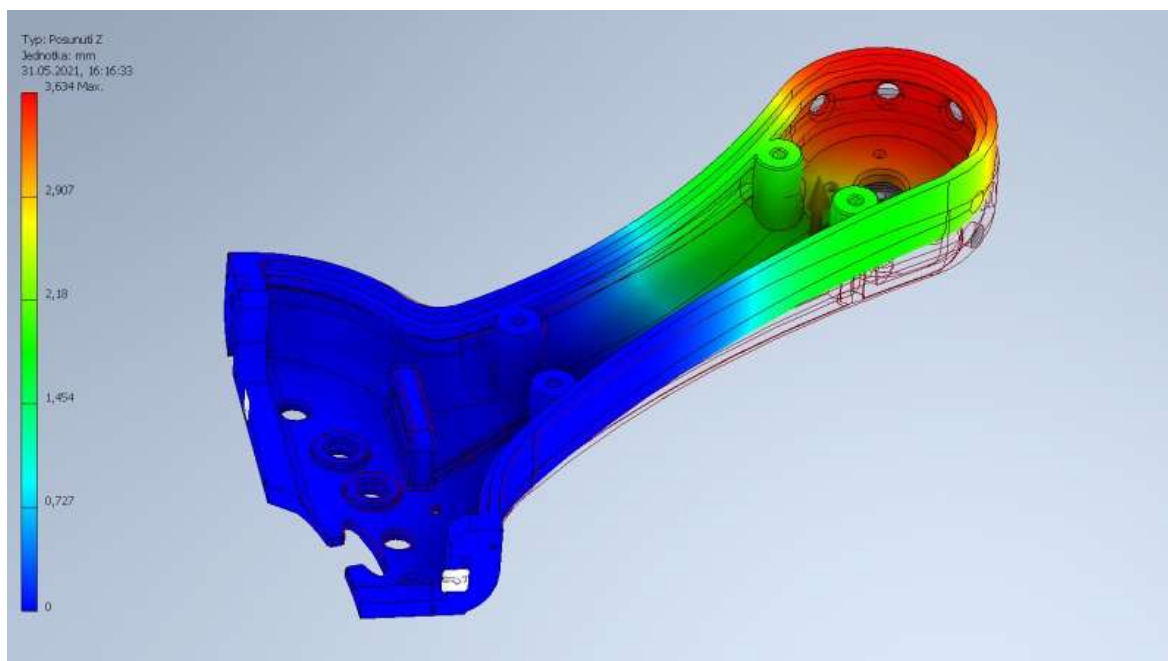


V oblasti konstrukce lze efektivně aplikovat adaptivní model a symetrii součástí

Technická vizualizace a komunikace řešení

V rozsáhlé rodině produktů společnosti Autodesk najdeme řadu zajímavých nástrojů, které mohou studenti využít při zpracování a prezentaci svých projektů. Samostatnou kapitolu řešení našeho bezpilotního prostředku jsme věnovali technické vizualizaci a odladění designu dronu. Jedná se vždy o atraktivní

problém, kde se mohou studenti výtvarně vyjádřit. Data z Autodesk Inventoru byla převzata v nativním formátu do vizualizačních nástrojů a optimalizovaná v průběhu on-line výuky. Obavy z přenosu velkého množství vizuálních dat ve vysokém rozlišení se nakonec ukázaly jako zbytečné. Vizuální návrhy byly distribuovány v týmu 15 a více studentů on-line zcela bez problémů. Postupně tak vzniklo několik variant dronu s několika verzemi tvaru a zvolených materiálových vlastností. Finální návrh, který jsme nakonec zvolili do výroby, můžete vidět na přiložených obrázcích.



Optimalizace geometrie ramen a jejich maximální deformace proběhla s využitím FEM analýz

Výroba a sestavení dronu

Od počátku návrhu jsme pracovali se zúženým množstvím výrobních postupů, které jsou realizovatelné na půdě naší školy. Dominantní pozici ve výrobě dronu měla technologie 3D tisku FDM. Většina součástí byla s tímto ohledem navržena a optimalizována pro jejich snadnou výrobu. Snažili jsme se vhodnou úpravou tvaru hlavních částí rámu modelu vyhnout rozsáhlejší aplikaci podpor, které se obtížněji odstraňují a prodlužují tisk. V exponovaných místech byla konstrukce posílena vlepáním uhlíkových výztuh zvyšujících torzní tuhost rámu. Pro analýzu vhodného umístění jsme využili FEM technologie aplikované na původní adaptivní návrh. Demonstrační 3D koncept dronu byl ve finální montáži doplněn maketovými vrtulemi a tištěnými kopiemi střídavých pohonných jednotek.



První koncepční návrh vyrobený s využitím 3D tisku s maketovými vrtulemi

Oživení a první analýzy účinnosti pohonu

V testovací verzi dronu je využito oběžných střídavých motorů s 25 A regulátory a 10 palcovými vrtulemi z uhlíkového kompozitu. Pomyslným srdcem řízení dronu je stabilizace vybavená 3D gyroskopy a akcelerometry. Pohonný systém a řízení je napájeno Li-Pol baterií s třemi články, o celkové kapacitě 5 Ah. Na dronu byla provedena řada zajímavých měření pohonného systému a jeho účinnosti. Bylo testováno několik pohonných akumulátorů Li-Ion, Li-Pol a Li-Fe s balančním nabíjením.



Testovací sestava pro měření účinnosti pohonu na speciálním kloubovém standu

Pro řízení je využito technologie která umožňuje získávat zpětně kritická provozní data pro měření. Stabilizační systém navíc spolupracuje s GPS navigací pro zajištění přesné pozice. Projekt byl finálně roz-pohybován a analyzován na speciálně navrženém kloubovém standu, který navíc umožňuje variabilně ladit pohonné jednotky, regulaci, vrtule a řídicí systém.

Pro více informací o projektech navštivte www.spszr.cz nebo náš [školní Facebook](#).