

Realizujeme projekty na škole s využitím 3D tisku, 4. díl

Autor článku: Petr Fořt

Tags: [3D tisk](#) | [CAD](#) | [CAE](#) | [FDM](#) | [Petr Fořt](#) | [PLM](#) | [RC model](#) | [SPŠ](#) | [Žďár nad Sázavou](#)

Dnešní díl našeho seriálu věnovaného zajímavým projektům řešeným na škole s využitím kreativního nasazení 3D tisku a PLM technologií věnujeme dalšímu projektu. RC model vznikl s cílem představit 3D tisk nejen jako skvěle použitelnou produkční technologii, ale také jako posun využití digitálního prototypu nejen ve výuce.

Článek navazuje tematicky na třetí díl seriálu, ve kterém jsme si ukázali možnosti spojení PLM nástrojů a 3D tisku na atraktivním tématu konstrukce RC automobilu. Vzhledem k tomu, že se jedná o velmi vděčné téma, pokusíme se navázat dalším zajímavým projektem z této oblasti a výuky na SPŠ ve Žďáru nad Sázavou.



Konstrukce RC modelu byla řešena tradičně s využitím PLM a virtuální reality

Zajímavé téma pro nejmladší generaci techniků

Projekt historicky vznikl zhruba před třemi lety. Hledali jsme zajímavý výrobek pro různé vzdělávací, popularizační a modelářské akce v prostorách školy, v exteriérech a na letištích. Současně jsme hledali téma, které by bylo možné efektně spojit s modelářskými aktivitami v oblasti létání s RC modely letadel. Bylo ale, jasné, že se nemůže jednat o RC model letadla. Ten není pro účely vzdělávacích akcí pro nejmladší techniky ideální, vyžaduje pro pilotáž již znalosti a zkušenosti. Navíc nesmíme nikdy zapomenout na bezpečnost publika. Pomyslnou předlohou pro náš nový RC model bylo účelově vyrobené vozidlo, původně určené pro přistavování velkých letadel na startovací dráhu. Konstrukce modelu byla

následně modifikována s ohledem na jeho maximální prostupnost terénem, především pak hladkou jízdou pro travnaté letištní dráze, nebo školním hřišti.



RC model s vysokou prostupností terénem je vděčné téma

Kreativní konstrukční přístup s využitím PLM software a postupů

Pro konstrukci modelu byla využita rodina parametrických PLM aplikací ve spojení s nástroji pro řešení prvotního designu, vizualizace a virtuální reality. Nejen technické vybavení školy poskytuje pro tyto účely řadu zajímavých možností a příležitostí. Základem konstrukčního návrhu je jednoduchá základní konstrukce účelového terénního vozidla, které je vybaveno symetrickým náhonem zadní nápravy dvěma oddělenými stejnosměrnými elektromotory s kovovými převodovkami. Vzhledem k rozměrů a hmotnosti modelu přes 3 kg již nebylo možné využít plastových převodů. Model zvládá ve finále i tažení více jak 15 kg RC maket a polomaket letadel po travnaté dráze letiště.

Tvary vozidla jsou řešeny tentokrát výrazně účelově. Na modelu nehledejme složité aplikace ploch, případně jiných složitějších konstrukčních operací. Cílem projektu je také ilustrativní využití modelu v prostředí výuky základů projektování a konstruování pro nejmladší techniky. Model je výbornou pomůckou například pro výklad konstrukční práce v sestavách.



Model je kompletně vybaven elektronickými prvky a elektronickým diferenciálem

Materiálová volba a pár tipů pro 3D FDM tisk

Základ modelu připomínajícího tvarově starší verze tahačů využívaných pro přepravu dřeva je rámová konstrukce vyrobená jako sestava z PET-G plastu. Tento materiál patří v našich projektech mezi nejoblíbenější. Důvodem je jeho snadný tisk, dobrá mechanická odolnost a uspokojivá tepelná odolnost v exteriérech. Jednotlivé součásti jsou připravovány v sestavách přímo v prostředí 3D CAD PLM aplikace. Nasazení moderních postupů adaptivního modelování navíc poskytuje vysokou variabilitu řešení konstrukčních uzlů.



Odolnost a opravitelnost modelu je také díky použitým materiálům výborná za každých podmínek

Rozměry modelu, již vyžadovaly od konstrukce efektivní rozložení jednotlivých součástí do sestav a podsestav. Model je kompletně vyroben na tiskárně Prusa i3 MK3+. Pokud bychom měli definovat alespoň nejdůležitější podmínky, které ovlivňují efektivitu a kvalitu 3D tisku pro obdobné účely, tak je možné uvést několik základních pravidel:

- Volme konstrukci součásti optimálně s ohledem na minimalizaci tiskových podpor. S podporami si nejen přidáváme čas potřebný pro finální úpravu součástí, ale také adekvátně prodlužujeme tiskové časy. Pokud podpory musíme použít a nejsme je schopni vhodnou konstrukcí modelu eliminovat, musíme vždy počítat s vyšší pracností a časem pro výrobu součástí.
- Volme vhodné přechody, mosty a úkosy tak, aby je bylo možné správně vyrobit. V této oblasti je nutné pamatovat také na vhodnost konkrétních materiálů pro výrobu konkrétního konstrukčního prvku. V této oblasti je nutné dávat především pozor na flexibilní materiály, které mají řadu specifických vlastností z hlediska vhodné konstrukce modelu.
- Pokud pracujeme s podporami, je ideální je soustředit pouze do kritických míst a pod podpory připravit jednoduchý stavební blok, tak aby podpory nevycházely přímo z podložky, ze které se často obtížně odstraňují.
- Konstrukčně minimalizujte nebezpečí odtržení součástí od podložky v průběhu tisku. Tato chyba je pro průběh tisku zcela zásadní a osudná. Jedná se v podstatě o jednu z mála chyb, která může poškodit finální tisk, stejně dobře jako poškodit vlastní tiskárnu. Nikdy neodstraňujte nabalený materiál na hlavu za studenta. Vždy hlavu ohřejte na provozní teplotu. Nabalený materiál většinou odpadne sám, nebo pouze pod lehkým tlakem.

- Součásti modelujeme vždy na jmenovitý rozměr. S tolerancemi pracujeme pouze ve výrazně specifických případech, kdy potřebujeme v sestavě velké vůle, případně přesahy.
- Povrchy součástí volíme jako finální. Snažíme se přiznat tiskový povrch bez následných povrchových úprav, jako je tmelení, broušení a lakování. Tyto procesy jsou pracné, výsledek je často bez záruky a obtížně se zpracovává. Navíc v případě potřeby vyrobit náhradní díl, je práce daleko komplikovanější.



RC model tahače na jedné z ukázkových akcí

Výroba pneumatik

Samostatnou část konstrukce našeho modelu je věnována výrobě rozměrných pneumatik. Ty řešíme v našich projektech jako sestavu a kombinaci modelů vyrobených z různých materiálů. Nikdy nevyužíváme multimateriálový tisk, který je zbytečně složitým postupem. U pneumatik vyrobených s využitím 3D tisku si musíme v první řadě uvědomit, že se nejedná o pryž, ale o plast. V případě pneumatiky vyrobené převážně z TPU, musíme počítat s nižší adhezí vůči povrchu. Pneumatika z 3D tiskárny obecně více na povrchu klouže. Částečně lze eliminovat tuto nevýhodu vhodnou volbou vzorku pneumatiky, který musí být jemnější a tvrdostí pneumatiky, která je dána použitou tvrdostí TPU a její výplní.

Pneumatiky z TPU na druhou stranu mají velmi dobrou otěruvzdornost a odolnost proti opotřebení na štěrk, kamení apod. Materiál pneumatik volíme pro 3D tisk s ohledem na jeho zpracovatelnost. Toto hledisko je ovlivněno především konstrukcí použité FDM tiskárny. Ne všechny 3D tiskárny dokáží tisknout například z TPU o tvrdosti 85 SH (stupnice Shore), případně nižší. Pneumatiky vyrobené s využitím 3D tisku jsou výborné pro běžné přírodní povrchy v exteriérech. Již horší vlastnosti vykazují na leštěném povrchu podlah a dlažby. Zde bych doporučoval se poohlédnout při konstrukci modelu po tradičních vulkanizovaných pneumatikách z gumy.



Finální RC model při jedné z prvních jízd a testování funkčnosti elektroniky

Montáž sestavy

Jistě jste si všimli v našem seriálu, že u výrobků preferujeme rozebíratelné a snadno montovatelné podsestavy. Ani tento projekt není výjimkou. Důvodem je výborná a flexibilní opravitelnost sestavy modelu a její snadná montáž. Na rozdíl od lepení, kdy musíme dbát a řadu pravidel a podmínek pro vznik kvalitního spoje, je šroubovaný spoj vhodný i pro začátečníky a nejmladší techniky. Ti mají již často zkušenosti s tradičními stavebnicemi a montáží součástí. Vyhneme se tak navíc slepeným prstům vteřinovým lepidlem, zalepeným povrchům a nekvalitním lepeným spojům. Čas věnovaný preciznější konstrukční přípravě sestavy modelu s využitím moderních PLM nástrojů, nejčastěji CAD, CAE softwarových nástrojů, se tak opravdu vrátí v příjemnější montáži a snadné vyměnitelnosti.

S montáží součástí do sestavy dnešní díl seriálu zakončíme. Je zřejmé, že se jedná o projekt, který je již velmi komplexní a zajímavý svým rozsahem. Závěrem již pouze doplníme informaci, že je model poháněn stejnosměrnými motory velikosti 550 až 600 s elektronickým diferenciálem. Je napájen Li-Ion akumulátorem o kapacitě 12 000 mAh s balančním nabíjením. Model je osazen celkem třemi mikropočítači pro osvětlení, směrová světla a zvukový generátor. K tomu musíme přidat dva stejnosměrné 80 A regulátory a digitální servořízení s volantovou tříkanálovou RC soupravou.

Více zajímavých projektů si můžete prohlédnout na stránkách www.spszr.cz.