

Atraktivní výukové projekty s využitím PLM a 3D tisku

Autor článku: Petr Fořt

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



Využití moderních výrobních technologií v návaznosti na PLM data poskytuje ve výuce a studentských projektech řadu zajímavých možností. Podívejme se dnes na prázdninový projekt, který vznikl původně jako snaha vyzkoušet některá řešení z oblasti stále populárnější elektromobility na demonstračním RC modelu. Ve spojení s tímto projektem se ale následně ukázala řada zajímavých možností, které jsme později integrovali do výuky na [VOŠ a SPŠ ve Žďáru nad Sázavou](#).

Atraktivní téma RC automobilu

Téma malého RC automobilu jsme volili záměrně. Jedná se o problém, který lze v současné době díky dostupností výrobních technologií realizovat prakticky celý „doma v garáži“. Projekt byl vytvořen od počátku s ohledem na unifikaci součástí. Důvodem byla především snadná replikovatelnost do dalších případných studentských projektů, které jsou oblíbenou součástí výuky na naší škole. Navíc u tohoto tématu můžeme atraktivně zúročit znalosti PLM postupů a software vybavení, které je k dispozici studentům naší školy. Podívejme se nyní na postupnou realizaci bezesporu zajímavého tématu.

PLM projekt řešený s využitím digitálního prototypu

Nástroje pro realizaci digitálních prototypů jsou skvělým základem pro tvorbu nového projektu. Flexibilita řešení je výborná a lze si i na úrovni školy hrát s celou řadou originálních scénářů. Proto jsme u našeho projektu začali od několika základních nápadů a postupně se propracovali k finálnímu konceptu. Automobil byl od počátku designován originálně jako snadno replikovatelný model vyrobený výhradně s využitím 3D tisku. V oblasti konstrukce jsme se drželi snadno vyrobitelných součástí. Navržený koncept se ve finále ukazuje jako velmi variabilní. Součásti jsou z důvodu uvažovaného výkonu pohonu automobilu plně demontovatelné a vyměnitelné. Plánovaných nárazů a kotrmelců při ladění koncepce automobilu bude asi více :O).



Malý kompaktní sportovní hatchback v prvotním designu a vizualizaci v barvách naší školy

Při konstrukci a řešení designu automobilu jsme využili osvědčené trojice technologií nasazených v pořadí plně parametrický model, designerská vizualizace a virtuální realita. Všechny tři fáze vývoje na sebe velmi úzce navazují a poskytují díky kompatibilitě 3D dat možnosti efektivních změn.



Výfuky jsou zde jen pro atraktivitu zvukového podbarvení modelu, jinak se jedná o čistý elektromobil

Pohonný systém bez kompromisů

V minulosti jsme již realizovali několik RC automobilů postavených na podobném konceptu. Ale chtěli jsme se posunout u tohoto projektu výrazně dále. Základní úvaha směřovala do oblasti využití pro pohon dvou oběžných střídavých motorů s přímým náhonem kol. Tento koncept se ukázal jako neschopný života. Letecké oběžky (outrunner brushless motor) mají sice skvělý kroučící moment, ale úzký rozsah otáček. Přes to, automobil postavený na tomto konceptu vybavený dvěma 500 W oběžkami, se ukázal jako úžasně svižný, schopný uhánět na model neskutečnou rychlostí. Postupně byla konstrukce podvozku upravena na využití jednoho střídavého motoru ve verzi inrunner s jednoduchým převodovým kolem 1:3 a jedním regulátorem. Pohon byl dimenzován na maximální výkon 900 W vyhovující modelům automobilů v měřítku 1:10. Ve finále se ukázalo, že prakticky dostačuje pro běžné závodní

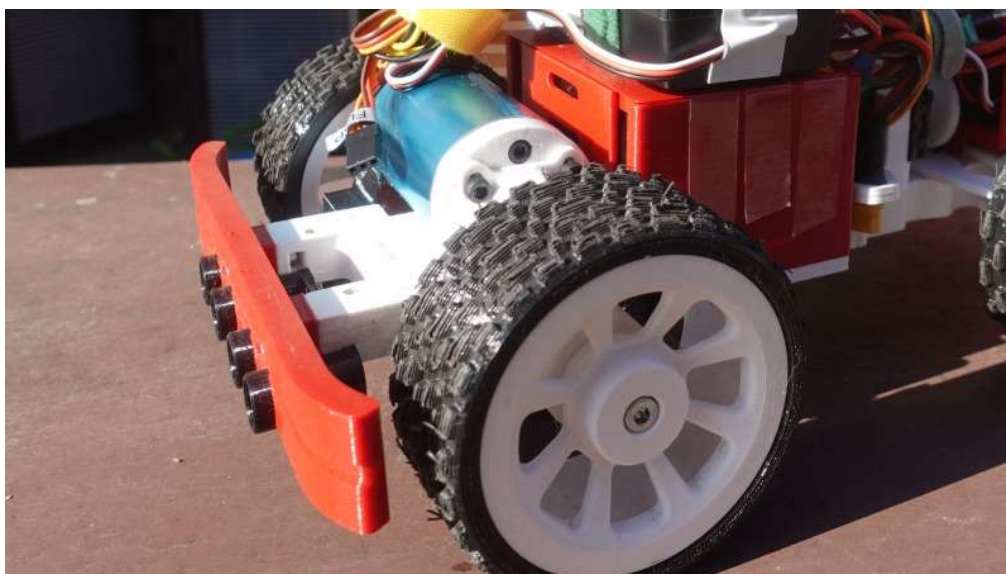
ježdění s takto velkým RC modelem na modelářském okruhu přibližně polovina výkonu. Díky postupné optimalizaci konstrukce se podařilo udržet i těžiště podvozku a jeho snadné řízení s využitím 15 kg digitálního modelářského serva. Pro model byl vyroben speciální pohonný modelářský Li-Ion pack 2S/3P, který při běžném ježdění zajišťuje asi 30 minut provozu. Bateriový pack je nabíjen standardní modelářskou nabíječkou s balančním cyklem. Akumulátor je vybaven bezpečnostními prvky ve spojení s výkonovou regulací střídavého motoru. Výkon pohonu byl ve finále elektronicky omezen na rozumných 500 W.



Finální provedení exteriéru prototypu modelu s funkčním osvětlením, blinkry a brzdovými světly

Výroba doma na stole a skvělá materiálová variabilita

Konstrukce modelu byla od začátku směřována na výrobu výhradně s využitím FDM 3D tisku. Chtěli jsme si vyzkoušet, jestli je tato strategie v dnešní době možná. Lákavá je především levná výroba náhradních dílů. Jednotlivé součásti byly od počátku optimalizovány pro FDM 3D tisk, jak z hlediska ukotvení na tiskové podložce, tak z hlediska minimalizace potřeby definovat podpory.



Detail pohonu modelu pomocí brushless inrunner střídavého motoru s převodem 1:3, vpravo pouzdro akumulátorů 2S/3P Li-Ion

Všechny díly karoserie a podvozku jsou vyrobeny na FDM tiskárně s tloušťkou vrstvy mezi 0,1 a 0,3 mm podle požadované úrovně detailu. Nejoblíbenějším materiálem je dlouhodobě pro tyto potřeby u nás PET-G. Důvodem je především rozumná cena, vysoká odolnost proti rázům a dobrá tepelná a tvarová stálost.

Další zajímavé materiály byly použity při výrobě pneumatik, které jsou řešeny s využitím TPU s vyšší tvrdostí a speciálních převodových kol. Samostatnou kapitolou výroby byl především návrh dezénu pneumatik, který se ukázal jako zcela zásadní pro jízdní vlastnosti RC auta. Flexibilní materiály byly využity i pro některé prvky odpružení modelu.



Model zvládá i lehčí průjezdy terénem, ale je primárně určen díky konstrukci pro dráhu

Převodovka a její životnost nás trochu potrápila, ale nakonec se podařilo pro výrobu exponovaného plastového kola získat speciální filament. Problematice tisku ozubených kol věnujeme některý z dalších článků.

A jak jezdí?

Model automobilu se chová při jízdě velmi stabilně, má skvělou akceleraci a maximální rychlost nad běžnou hranicí pro modelářskou závodní dráhu. Díky menšímu rozvoru kol, který byl volen s ohledem na jednoduchý 3D tisk, je velmi obratný a jeho řízení chce citlivější a vytrénovanější modelářské ruce. Celkově výsledek překonal ve všech směrech očekávání. Model je více než výmluvnou ukázkou toho, kam se posunuly možnosti spojení 3D dat digitálního prototypu s moderními postupy výroby. Za skvělou považují především oblast využití multimateriálových kombinací plastů a pružných materiálů.

Více zajímavých projektů z výuky si můžete prohlédnout na www.spszr.cz.