

# Lehce sladké

## PLM téma

Petr Fořt

Název článku nezní příliš technicky, ale pokusím se v něm představit jedno z pěkných netradičních témat, které bylo připraveno jako ročníkový projekt Martinem Procházkou z VOŠ a SPŠ ve Žďáru nad Sázavou. Zvolil si pro zpracování své práce technickou konstrukci stroje na výrobu cukrové vaty, kterou známe všichni z poutě. Když jsme se o projektu bavili, líbila se mi velmi komplexnost, s jakou je celý problém uchopen včetně technologií, u kterých jsou informace o jejich využití ve výuce poměrně vzácné. S kolegou Petrem Zahrádkou navíc dokázali vytvořit pěknou analytickou studii celého výrobního procesu pomocí termovizní kamery.

### PLM řešení od nápadu až k uživateli

Naším cílem je u studentských projektů provázat témata s odbornými technologiemi a využití postupů vycházejících ze strategie

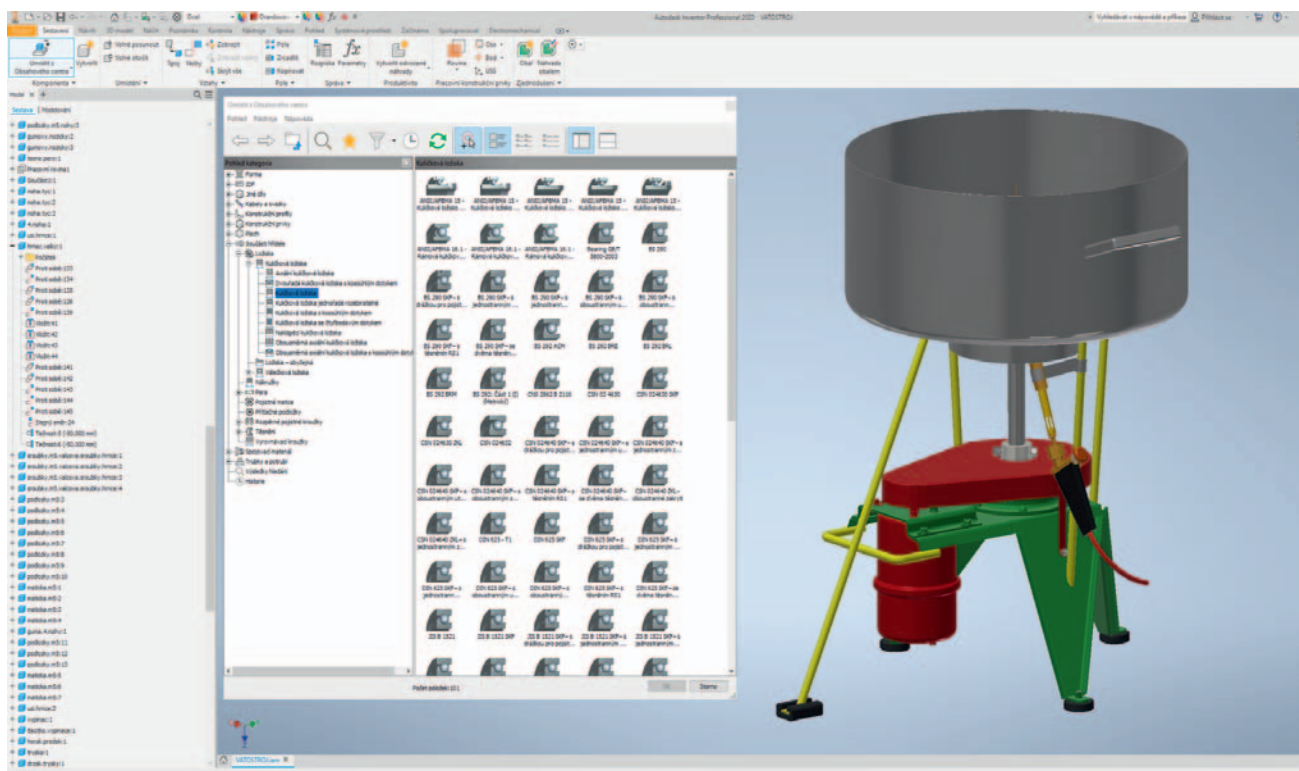
životního cyklu výrobku. Naše zkušenosti s touto metodikou jsou ve výuce dlouhodobější a lze je transformovat s několika drobnějšími omezeními na úroveň studentských ročníkových, případně maturitních projektů. Pomocníkem

v této oblasti jsou licence produkčního softwaru a zkušenosti, které získáváme přímo od našich partnerů v průmyslové praxi.

Martin Procházka si v našem případě pro svůj technický projekt zvolil kompletní vývojový úkol, který je realizován od prvotních myšlenek a nápadů, přes přípravu digitální technické dokumentace až po výrobu a zprovoznění. Tématem je stroj na výrobu cukrové vaty, který sliboval i příjemné výstupy pro spolužáky ze třídy v případě jeho testování.

### Využití adaptivní konstrukce a CAE nástrojů

Základem stroje na výrobu cukrové vaty je optimalizovaný návrh, spojující v sobě uživatelskou konstrukci součástí s podílem dodavatelského obsahu. Konstrukce je řešena s využitím adaptivního modelování a funkčního designu v Autodesk Inventoru. Vzhledem k relativně



Základ adaptivní konstrukce stojanu stroje na výrobu vaty a využití CAE nástrojů

malému počtu dílů sestavy bylo možné připravit první návrhové koncepty ve dvou variantách až na úroveň detailně provedených sestav. Efektivní možností konstrukčního řešení sestavy je aplikace CAE pro generování řemenového převodu a hřídelů. Tyto softwarové nástroje akcelerují nejen práci na úrovni prvotních konceptů, ale lze je aplikovat přímo na finálních řešeních s vazbou na technickou dokumentaci a výpočty.

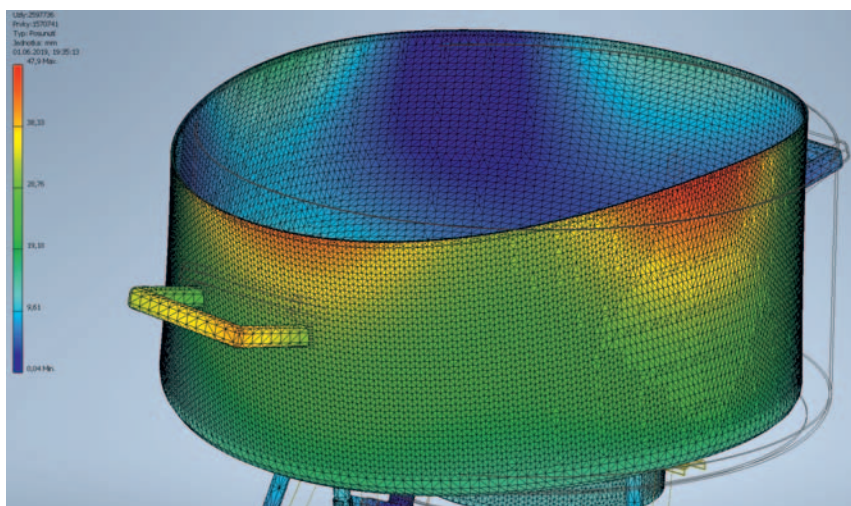
Díky CAE nástrojům lze efektivně představit mladým technikům moderní postupy technického navrhování, úzce propojující tradiční tabulkové hodnoty zpracované v normách a v předpisech s technikami přípravy digitálního prototypu. Digitální prototyp je díky tomu intuitivní skládačkou nápadů a myšlenek projektu. CAE nástroje jsou i výborným nástrojem pro variantní řešení jednotlivých technických uzlů, v našem případě řemenového převodu, který může být případně v krátké době nahrazen ozubeným převodem. Druhá z možností zůstala u stroje na výrobu cukrové vaty z důvodu nutnosti mazání převodů nevyužita.

V sestavě stroje je využit dodávaný obsah především u spojovacího materiálu a ložisek. Konstrukční návrh je připraven s ohledem na snadnou výrobu na běžných obráběcích strojích včetně výkresové dokumentace v Autodesk Inventoru. Konstrukčně zajímavou částí stroje je hlavní rotující bubna sloužící pro separaci vláken z rozehrátého cukru. Jeho návrh vyžaduje zdatnější postupy parametrizace s vazbou na optimalizaci geometrie. V případě nevhodné optimalizace návrhu rotujícího bubnu a trysek se může stát zařízení nefunkčním.

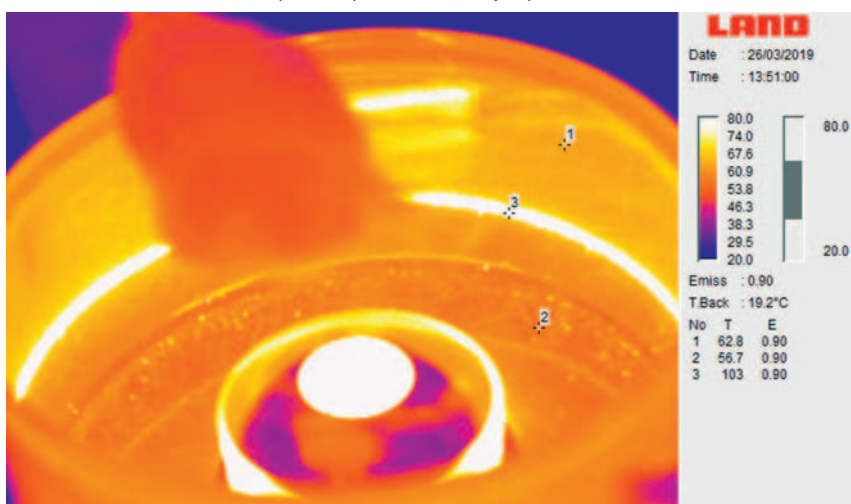
## Analýzy základem úspěšné konstrukce

Projekt je analyticky zajímavý na dvou úrovních. Nad digitálním prototypem je využito modální analýzy pro určení kritických rezonančních frekvencí. Je tak možné experimentálně i teoreticky ověřit postupy optimalizace konstrukce zařízení s ohledem na potenciální nebezpečí rezonančních kmitočtů a upravit rozběhovou charakteristiku hlavního rotujícího bubnu. Pro základní analýzu je využit integrovaný výpočtový modul Autodesk Inventoru, výsledky jsou následně ověřeny v Autodesk Simulation.

Samostatnou kapitolou řešení projektu byla experimentální tepelná analýza procesu ohřevu hlavních částí bubnu a optimalizace montážní pozice hořáku. Měření bylo provedeno na finální sestavě s využitím termovizní kamery. Tepelnou analýzu z termovizní kamery můžete vidět na jednom z našich průvodních obrázků. Výsledky termovizního měření umožnily získat reálné pracovní hodnoty ohřevu bubnu, které byly následně promítnuty do drobných úprav



Vliv kritické modální frekvence na posunutí prvků sítě konečných prvků



Tepelná analýza pracovních teplot stroje získaná pomocí termovizní kamery



Finální testování stroje na výrobu cukrové vaty ocenili i spolužáci.

digitálního prototypu a dodatečné geometrické modifikace uchycení hořáku.

## Závěrem

Stroj na výrobu cukrové vaty se stal v letošním roce jedním z hitů školní středoškolské odborné činnosti. Martin dokázal přesvědčit hodnotící komisi i spolužáky o opravdu výkonné

produkcí navržené konstrukce. My děkujeme za velmi pěkně zpracované technicky netradiční téma s využitím řady prvků a technologií PLM procesu. Více informací o dalších studentských projektech najdete na [www.spszr.cz](http://www.spszr.cz). ■