

## Oponentní posudek disertační práce

Západočeská univerzita v Plzni  
Fakulta strojní

<b>Student DSP:</b>	<b>Ing. Petr Janda</b>
<b>Název disertační práce:</b>	<b>Optimalizace využívání CA technologií pro vývoj technického zařízení</b>
<b>Studijní program DSP:</b>	<b>P2301 Strojní inženýrství</b>
<b>Studijní obor:</b>	<b>Stavba strojů a zařízení</b>
<b>Školitel:</b>	<b>prof. Ing. Václava Lašová, Ph.D.</b>
<b>Oponent:</b>	<b>Ing. Josef Vacík, Ph.D. Pešek Machinery s.r.o., Dnešice 6, 334 43</b>

### Obsah práce

Autor se ve své práci věnuje problematice extenzivního využití CA technologií v rámci výrobního podniku, jejich implementaci a přizpůsobení potřebám podniku s ohledem na zvýšení produktivity a uživatelského komfortu při vývoji nového technického zařízení.

Úvodní část je odpovídajícím způsobem vyhrazena zmapování dostupných komerčních CAx softwarových řešení, jim nadřazených PLM systémů a vymezení souvisejících pojmů. Obsáhlá rešerše odkazuje na množství, zejména zahraničních publikací, jež mj. svědčí o aktuálnosti tématu.

Autorská část práce je věnovaná optimalizaci CAx systému integrovanému do PLM a metodik práce v tomto prostředí. Navrhovaná řešení jsou ověřena v praxi při vývoji TOS a zpracování jeho virtuálního dvojčete. Obsahově i svým rozsahem tyto kapitoly zcela odpovídají stanoveným cílům a jsou proporčně vyvážené ke zbytku práce. Diskutován je rovněž prostor pro další zlepšení a inovace.

### Aktuálnost tématu

Výrobní podnik v konkurenčním prostředí čelí neustálým výzvám, zejména s ohledem na cenu a kvalitu svých produktů. Rozhodující je i rychlost uvedení výrobku na trh. Výstupy této DP mohou velmi příznivě ovlivnit výše zmíněné atributy, jak ostatně bylo podloženo aplikací v komerční sféře. CAx technologie a principy virtuálního ověření stroje jsou jedním z pilířů Průmyslu 4.0. Zvolené téma disertační práce lze zcela jistě považovat za vysoce aktuální.

### **Postup řešení**

Po metodické stránce DisP vyhovuje standardům kladeným na vědeckou práci, použité postupy jsou zvoleny adekvátně k povaze zpracovávaného tématu. Autor má možnost své předpoklady a navrhované metody ověřit aplikací v reálném podniku a těží z výhod okamžité zpětné vazby.

### **Význam pro rozvoj vědního oboru a praxi**

Přínosy DisP jsou evidentní ve dvou rovinách. Z praktického hlediska bych vyzdvihl zejména celkové zrychlení vývoje složitého technického zařízení a minimalizaci, resp. úplné odstranění nežádoucích slepých uliček vývoje díky komplexnímu virtuálnímu modelu a posílení multioborové spolupráce. Fakt, že vývoj TOS byl realizován v prostředí PLM, značnou měrou přispívá i ke zvýšení uživatelského komfortu – uživatel se snáze orientuje v datech a je zajištěna jejich aktuálnost. Rovněž dochází k přenosu know-how z jednotlivce dovnitř podniku a jeho uchování. Proces vývoje obráběcího stroje do jisté míry stále ještě probíhá segmentovaně, v rámci jednotlivých oddělení podniku nebo subdodavatele, což klade vysoké nároky na koordinaci spolupráce a zvyšuje množství sdílených dat. Prostřednictvím dostupných CAx softwarových nástrojů zastřešených pod jedno robustní PLM řešení dochází k nastavení kolaborativního prostředí pro činnosti řešené v rámci konstrukce, strukturálních výpočtů, i mechatronických a řídicích systémů stroje.

Formulovaná metodická doporučení pro konstrukci komponent obráběcího stroje vedou ke zvýšení geometrické přesnosti stroje (řešeno na příkladu soustružnické části multifunkčního stroje). Metodika návrhu svařenců usnadňuje případné modifikace na základě měnících se prostorových omezení, usnadňuje spolupráci mezi konstruktérem a výpočtářem a snižuje počet výkresů. Metodika konfigurovatelných modelů přispívá ke zrychlení, zjednodušení a zpřehlednění přípravy výrobní dokumentace, využitím generativního designu.

Součástí DisP je řada numerických analýz zpracovaných autorem, které v mnoha případech sloužily k ověření definovaných postulátů.

Samostatná kapitola práce je věnována zcela unikátnímu sestavení „virtuálního dvojčete“ těžkého obráběcího stroje, kdy docházelo ke spolupráci hned tří subjektů – ŠMT, ZČU a fy. Siemens. Za veliký úspěch lze považovat, že na základě tohoto virtuálního ověření vznikl zcela identický stroj reálný.

Je patrné, že se jedná o velmi komplexní vědeckou práci, dotýkající se rozličných oblastí techniky.

### **Formální a jazyková úroveň**

DisP vykazuje dobrou jazykovou úroveň a stylistickou správnost. Věty jsou psány srozumitelně a dokáží čtenáři předat maximum informací k tématu. Drobným nedostatkem mohou být opakovaně se vyskytující gramatické chyby. Po grafické stránce lze práci považovat za velmi zdařilou.

### **Práce s informačními zdroji**

Práce obsahuje řadu odkazů na články v renomovaných žurnálech a produktových dokumentacích. Citace respektují normu ČSN ISO 690:2011

### **Publikační aktivity**

○ vysoké erudici autora svědčí jeho účast na mnoha vědeckých konferencích tuzemských i zahraničních a souvisejících publikací v impaktovaných vědeckých časopisech

### **Poznámky a připomínky**

Bez připomínek

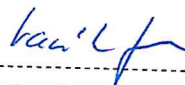
Na základě uvedeného hodnocení **doporučuji** předloženou Disertační práci k obhajobě a za předpokladu kvalitního zodpovězení doplňujících otázek a úspěšné obhajoby udělení studentovi DSP akademický titul

**„Philosophiae Doctor (Ph.D.)“**

### **Doplňující otázky:**

1. Jak byly změny, související s implementací PLM systému přijímány dotčenými pracovníky?
2. Jaká byla časová náročnost tvorby virtuálního modelu multifunkčního stroje?

V Kornaticích, 5.6.2021



-----  
**Ing. Josef Vacík, Ph.D.**





# Oponentní posudek disertační práce

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta strojní

Student : Ing. Petr Janda

Název disertační práce: Optimalizace využívání CA technologií pro vývoj technického produktu

Studijní program DSP: P2301 Strojní inženýrství

Studijní obor : Stavba strojů a zařízení

Školitel : doc. Ing. Zdeněk Hudec, CSc.

Oponent : prof. Ing. Václava Lašová, Ph.D.

## 1. Obsah práce

Práce se zabývá nástroji počítačové podpory, které slouží k digitalizaci a virtualizaci jednotlivých činností procesu vývoje technického produktu. Optimalizace těchto činností mají za cíl zvýšit kvalitu podnikových procesů a zefektivnit vývoj a výrobu technických produktů. Práce je zaměřena do oblasti vývoje těžkých obráběcích strojů.

Disertační práce je členěna do 5 kapitol. V úvodu jsou definovány cíle, v kapitole 2 jsou přehledně popsány dostupné nástroje počítačové podpory a v kapitole 3 je shrnut současný stav poznání a jsou přehledně vysvětleny dále užívané pojmy. Vlastní výzkumná práce pokračuje rozsáhlou kapitolou 4, kde jsou postupně popsány optimalizační kroky provedené v prostředí CAX a PLM systémů a uvedené postupy jsou aplikovány na vývoji konkrétního stroje. Kapitola 5 obsahuje shrnutí přínosů a závěr.

## 2. Aktuálnost tématu a zhodnocení významu pro obor

Téma je vysoce aktuální - digitalizace inženýrských prací obvykle probíhá v samostatných procesech, centralizace těchto procesů se zastřešením PLM systémů otvírá možnosti jejich optimalizování v jednotném prostředí, sdílení a využívání těchto dat napříč odděleními firmy, což bezpochyby zefektivňuje celý proces vývoje a výroby stroje.

## 3. Postup řešeního problému, splnění cílů

Disertační práce je členěna logicky a přehledně. Úvodní rešeršní část představuje souhrnný přehled CAX nástrojů dostupných v praxi na trhu, jednotlivé systémy jsou zhodnoceny z hlediska uživatelů v oboru. Těžištěm práce je kapitola 4, ve které jsou popsány provedené optimalizační kroky, které jsou originálním řešením přizpůsobeným výrobcům těžkých

obráběcích strojů. Další podkapitoly jsou věnovány případovým studiím některých více problematických konstrukčních uzlů obráběcího stroje, které byly autorem řešeny a implementovány do prostředí PLM systému v souladu s nastavením datového modelu. Následujícím krokem uváděným v práci je etapa virtuálního oživení s využitím MDC konceptu pomocí metody Hardware in the Loop.

Stanovené cíle disertační práce tak byly jednoznačně splněny.

#### 4. Stanovisko k výsledkům a původního přínosu disertační práce

Předložená disertační práce není zcela typická pro obor Stavba strojů a zařízení, svým charakterem se liší od prací zabývajících se čistě problematikou stavby strojů, nicméně dle mého názoru ukazuje směr, který bude do budoucna stále důležitější. Otevřenost užívaného PLM systému umožňuje provádět aktivní úpravy podle požadavků konkrétních uživatelů a tuto činnost lze považovat za optimalizaci v širším slova smyslu.

Jako hlavní přínos práce tedy hodnotím návrh optimalizovaného datového modelu PLM systému, který byl ověřen nasazením do společnosti vyrábějící těžké obráběcí stroje a využit při vývoji prototypu zcela nového multifunkčního obráběcího stroje. Vedlejšími přínosy pak jsou rozhodně prezentovaná inovovaná řešení některých konstrukčních celků nového stroje, kterých bylo dosaženo s využitím uváděné metodiky. Zcela novým prvkem je rovněž využití MCD konceptu. Tvorba digitálních dvojčat strojů je v současné době u nás ještě na počátku, ale je prokázáno, že tento přístup výrazně zlepšuje vývoj nového stroje, protože se eventuální nedostatky mohou prokázat ještě před fyzickým oživením stroje v podobě prototypu nehledě na to, že vizualizace provozu stroje je stále častěji vyžadována i budoucími zájemci o stroj.

Konkrétní dotazy :

- Bylo využito MDC už v úvodní části projektu multifunkčního stroje?
- Jak byste porovnal přínos virtuálního oživení s užitím MDC s jinými metodami virtuálního prototypingu – např. s využitím VNCK ?
- Jak optimisticky vidíte vývoj kompletního digitálního dvojčete stroje se zahrnutím poddajnosti hlavně nosných struktur stroje ?

#### 5. Formální úroveň práce

Práce má velmi dobrou grafickou úroveň, často se ovšem vyskytují pravopisné či stylistické prohřešky, které bylo možno odstranit pečlivějším prohlédnutím textu. Obrazová část a prezentované nákresy a diagramy jsou dobře čitelné.

#### 6. Celkové zhodnocení

Práce Ing. Jandy představuje významný přínos v dosud méně prezentované oblasti správy a optimalizace dat popisujících vývoj a výrobu rozsáhlého technického zařízení, kterým velký obráběcí stroj je. Z předložené práce je patrné, že autor má rozsáhlé znalosti v daném oboru a je schopen je tvůrčím způsobem aplikovat.

Vzhledem k výše uvedenému

**doporučuji práci k obhajobě a po jejím úspěšném průběhu udělit titul**

**Ph.D.**

V Plzni, 5.6.2021

  
prof. Ing. Václava Laševá, Ph.D.

