

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Návrh systému plánování výroby pro výrobní systémy kombinující aditivní a konvenční technologie výroby
Jméno autora:	Michal Kaňák
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
Oponent práce:	Ing. Martin Baumruk, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Siemens Industry Software, s.r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Náročnost práce je přiměřená a odpovídající, student musel zkombinovat teoretické znalosti a práci v simulačním softwaru, vytvořit funkční model a správně interpretovat výstupní hodnoty.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Hlavní cíle zadání, jako vytvoření simulačního modelu výrobního systému digitální továrny s využitím aditivních i konvenčních technologií, provedení technicko-ekonomického zhodnocení a kapacitních výpočtů byly splněny.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení byl v zásadě správný, zajímavé by bylo do simulačního modelu zakomponovat více inovačních prvků, např. více myšlenek z I4.0.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Student prokázal schopnost naučit se pracovat s komplexním simulačním nástrojem a zkombinovat teoretické znalosti z rešerše a praktické znalosti a vytvořit funkční model a následně interpretovat výsledky.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je dobře a přehledně strukturována a graficky pěkně zpracovaná, vytknout lze několik málo překlepů.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i>	
Rešerše je odpovídající a citace jsou použity správně dle citačních norem.	

Další komentáře a hodnocení
<i>Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.</i>

Úroveň dosažených výsledků je odpovídající, student prokázal, že je schopen samostatně zpracovat komplexní inženýrskou úlohu.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

V rešerši student přehledně shrnul teorii plánování technologie výroby. S některými zažitými definicemi by se dalo polemizovat, např. na str. 12 student definuje hromadnou výrobu jako proces, kde je malý počet druhů výrobku vyráběn ve velkém množství a jako typického představitele uvádí automobilový průmysl. Nicméně pokud bychom se dnes postavili na linku finální montáže např. ve ŠKODA-AUTO, s mírnou nadsázkou bychom neviděli dvě stejná auta. Množství variant výbav, možnost konfigurace řady parametrů dle individuálních přání zákazníka vede k potřebě změnit tradiční přístup k výrobě, a i zažité definice.

Student v praktické části diplomové práce tvoří 4 varianty simulačního modelu, kde kombinuje jak konvenční, tak aditivní technologie, včetně nasazení kolaborativních robotů. Tyto technologie přináší zajímavý prvek inovace. 3D tisk zřejmě může pomoci výše zmíněnému trendu individualizace výroby. Je proto škoda, že při návrhu výrobního layoutu byla zvolena v podstatě konvenční výrobní linka s dopravníkem. Zajímavější by bylo simulační model postavit kompletně na flexibilním buňkovém uspořádání a ověřit možnosti teorie I4.0 s prvky digitalizace, strojové inteligence, přepravou materiálu AGV vozíky apod..

Statické kapacitní výpočty i příprava simulačního modelu je dobře popsána a přehledně vysvětlena. Na str. 71 student zmiňuje, že simulační model byl postupně ve 4 variantách optimalizován. Toto pojmenování je trochu zavádějící, po těchto optimalizacích simulační model vyrobil méně výrobků, jednalo se tedy spíše o přibližování simulačního modelu k realitě.

Na str. 77 student zmiňuje výpočet návratnosti investice kolaborativních robotů, nicméně doba ROI v textu chybí, je ukázána jen tabulka s předpokládanou roční úsporou oproti nákladům na zaměstnance na str. 76.

Bylo by také zajímavé hlouběji rozebrat, zda a jaké jsou přínosy navrženého kolaborativního robota při porovnání s klasickým robotem.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Otázky k obhajobě:

- Vyjmenujte alespoň 5 technologií, které se objevují v trendu I4.0
- Vyjmenujte a popište alespoň 3 různé metody aditivní technologie
- Jak je obvykle zajištěna bezpečnost kolaborativních robotů a jak u klasických robotů?

Datum: 12.8.2019

Podpis: