

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Virtuální upínání dílu v rámci kontroly kvality s využitím CMM
Jméno autora:	Bc. Jan Drška
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
Oponent práce:	Ing. Imrich Gömöry
Pracoviště oponenta práce:	Škoda Auto a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Využití simulačních metod pro metrologické účely je v současní době poměrně málo nasazené, z důvodu stále probíhajícího vývoje. Jejich rapidnímu nasazení brání jejich nekonvenční charakter využití, proto na trhu najdeme jen několik dodavatelů řešení například virtuálního upínání. Diplomant proto neměl k dispozici dostatek podkladů / informací, které by mohl k dané problematice využít.	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<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>	
Zadání diplomové práce bylo splněno s menší výhradou k čtvrtému bodu, kde měl student popsat virtuální upínání dílů pro redukci nákladů na přípravky. Princip virtuálního upínání bylo jasně popsáno, negativum je chybějící krátké porovnání cenových nákladů při implementaci řešení virtuálního upínání do provozu. Diplomant důkladně popsal nevýhody využívání současných přípravků v kapitole 3, ale z práce nebylo jasné, jaké úspory vzniknou po nahrazení těchto přípravků univerzálním, jaké jsou náklady pro implementaci této metody nebo také pohled na režijní náklady.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Na postup řešení problematiky Virtuálního upínání měl student inovativní pohled, který se projevil i při samotném výběru softwaru ANSYS, který pro dané řešení není využitý u žádných současných komerčních dodavatelů řešení.	

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>	
Diplomant využil relevantní zdroje dat a literatury dedikované pro metrologické principy a simulační analýzu, z kterých použil jenom odpovídající obsah pro popis problémů v aktuálních kapitolách. Diplomant taktéž absolvoval během tvorby diplomové práce stáž ve Škoda Auto a.s., kde měl možnost zmapovat současný proces měření a principy využívané v automobilovém průmyslu. V některých kapitolách teoretické části jsou ale informace neúplné, jako např. v kapitole 2., kde chybí popis nejistoty měření optického systému, který může být rozhodující při výběru správné měřící technologie pro další validace výsledků získaných pomocí virtuálního upínání.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Z hlediska formální a jazykové stránky je diplomová práce na dobré úrovni, vyskytují se v ní ale nedostatky a stylistické chyby i překlepy. Rozsah práce byl dostatečný pro popis problematiky a návrh řešení, chybí podrobnější přehled o získaných výsledcích, jejich porovnání a posouzení.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

B - velmi dobře

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.

Diplomant pro čerpání informací použil relevantní odbornou literaturu. Je možné posoudit využití různorodých zdrojů, které pozůstávaly jak z publikací, článků, internetových zdrojů a katalogů řešení virtuálního upínání a katalogu měřicí techniky současných dodavatelů. V diplomové práci je také možné najít chybné přiřazení odkazu zdrojů k citovanému textu, nebo i chybějící zdroj na konci kapitoly.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Předkládaná publikace diplomanta byla na úrovni, která je očekávaná od diplomové práce, splňovala předem stanovená kritéria a požadavky. Teoretická část popisovala stav a problematiku práce korektně, ale pro dosažení vyšší srozumitelnosti bych přehodnotil tvorbu a členění podkapitol, které v teoretické části působily někdy chaoticky.

Praktická část byla na velmi dobré úrovni, kde se diplomant dopracoval k relevantním výsledkům, ale opět v některých částech nebylo jasné číslování podkapitol a jejich pojmenování (např. 4.3 Software...).

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.

Předkládaná diplomová práce byla v souladu s požadavky na její splnění. Za hlavní přínos možno považovat osvojení a rozšíření znalosti metrologie, kde diplomant odvedl pečlivou práci v teoretické části při hledání a porovnání více druhů technologií měření a jejich principů s důrazem na využití i pro virtuální upínání a bylo interpretováno porovnání současných souřadnicových CMM v porovnání s optickým měřením. V následovné části si student osvojil zkušenosti měření, vyhodnocení a optimalizaci těchto výsledků pro další využití. V praktické části diplomant získal vědomosti o principech vyšetřování napětově-deformačního stavu tělesa využitím MKP, která zahrnovala úpravu sítě, definice okrajových podmínek a materiálových charakteristik. Taktéž měl možnost využít několika navzájem navazujících modulů SW ANSYS, kterého výsledkem byli úspěšné simulace. V kapitole (6.8 Vyhodnocení výsledku) by bylo přehlednější uvedení a porovnání získaných dat / výsledků průměrné a směrodatné odchylky i variačního rozpětí v tabulkách nebo v jedné výsledné tabulce pro znázornění trendu. Od závěru práce bych dodatečně očekával posouzení získaného stavu diplomantem a doporučení pro další rozvoj navrhnuté metody virtuálního upínání v ANSYS a taky posouzení, zda je řešení vhodné k budoucímu nasazení do procesu měření v automobilovém průmyslu. Celkově v diplomové práci měl diplomant největší nedostatky při tvorbě odkazů na obrázky a tabulky. Převážná většina obrázků a tabulek neměla v textu před jeho umístěním jasně definovaný odkaz, nebo odvolávání se na ní. Taky musím zkonstatovat, že některé obrázky byly nepřehledné a rozmazané, tím pádem postrádají vypovídající hodnotu (např. obrázek 36,38...). Taktéž v případech, když je uvedeno dva a více obrázků vedle sebe, pro jasnou identifikaci se používá označení (obrázek Xa, obrázek Xb) které bylo vhodné využít pro porovnání např. pro obrázek 41,42,43. Do budoucna bych taky doporučil z fyzikálního hlediska upřesnit pojmy a rozdíl mezi Gravitační silou a Tíhovou silou (6. kapitola).

Oponent má pět otázek na diplomanta:

- 1.) Uvažovalo se zhodnocení nejistoty měření pro porovnání měřících systému (CMM v porovnání s optickým měřením)?
- 2.) Proč se upřednostnilo použití dat ze skenování ve volném stavu od dodavatele (Škoda Auto a.s.) jako vstup do simulační analýzy oproti datům získaných ze skenování blatníku (kapitola 5.) pomocí Zeiss Comet L3D 2 5M?
- 3.) Jelikož měřicí prostor zařízení Zeiss Comet L3D 2 5M byl předem známý a vyhodnocený jako neideální pro měření dílu o velikosti jako byl vyšetřovaný blatník, neuvažovalo se s využitím zařízení jiné konfigurace nebo jiného skenovacího systému?
- 4.) Částka 1500€ stanovená společností GOM pro tvorbu deformačního modelu platí pro libovolný díl nezávisle od velikosti a tvarové náročnosti?
- 5.) Proč bylo prospěšnější přistoupit k úpravě sítě v Discovery a nebyla postačující úprava ve SpaceClaim, která taky nabízela možnost modifikace sítě?

Diplomanta **doporučuji** k obhajobě této diplomové práce.

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

Datum: 30.8.2023

Podpis: