POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Ověřování geometrických specifikací pomocí souřadnicových měřicích strojů a CT**
Jméno autora:	**Dominik Horčička**
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
Oponent práce:	Ing. Jiří Kotrč
Pracoviště oponenta práce:	Carl Zeiss spol. s r.o., divize Industrial Quality Solutions

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání **průměrně náročné**

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Volba vhodného měřicího zařízení, respektive senzoriky pro kontrolu znaků kvality je pro danou aplikaci zásadní. V případě nevhodně zvoleného zařízení mohou být získaná data zkreslena, což znemožní posoudit funkční vlastnosti výrobku, vhodně korigovat výrobní proces, nebo v horším případě nebude vůbec možné zkontrolovat požadované znaky výrobku. Autor v této práci porovnává dvě měřicí technologie, které se zásadním způsobem liší v principu, kterým dochází ke změření kontrolovaného výrobku, což samozřejmě s sebou nese své výhody i nevýhody. První technologie figurující v této práci je dnes v průmyslu hojně rozšířená taktilní senzorika, která se používá pro kontrolu geometrických specifikací. Druhá technologie, se kterou se čtenář této práce setká, je počítačová tomografie, která v minulosti sloužila především pro inspekci materiálových vad výrobku. Nicméně postupným vývojem se přesnost počítačové tomografie natolik zvýšila, že moderní tomografy se používají i pro kontrolu geometrických specifikací. Proto student v praktické části této práce porovnává data získané oběma senzorikami na modelové úloze.

Splnění zadání **splněno**

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.

Závěrečná práce splňuje zadání ve všech bodech.

Zvolený postup řešení **správný**

Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.

Pro řešení zadání této práce autor zvolil součást, na níž si vytipoval jednotlivé geometrické elementy a přiřadil jim vhodné geometrické specifikace. Autor rovněž vytvořil v konstrukčním softwaru matematický model, který následně použil pro vytvoření plánu měření v SW Calypso a také pro vyhodnocení měřených dat získaných jak taktilní senzorikou, tak i počítačovou tomografií. V práci je rovněž hezky popsána příprava a proces měření praktické části. Práce by byla ještě zajímavější, kdyby se ke zmiňovaným senzorikám přidal navíc pasivní taktilní snímací systém, který je méně přesný než použitý aktivní. Nicméně v tomto směru nemám žádné výhrady.

Odborná úroveň **C - dobře**

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Odbornost práce je na poměrně dobré úrovni. Student v práci uceleně a čtivým způsobem popisuje princip rentgenového záření a obecné zákonitosti související s tímto tématem. Stejně tak je popsána i počítačová tomografie a jednotlivé komponenty strojů využívající tuto technologii, včetně krátkého přehledu o možnosti automatizace této technologie, což je v dnešní době aktuálním tématem. Naopak dojem z poměrně dobře zpracované práce kazí občasně se vyskytující nepovedené formulace, které by si zasloužily lepší překlad z cizojazyčného zdroje, popřípadě onu formulaci vytvořit z více zdrojů. A rovněž některé termíny v práci by bylo vhodné alespoň trochu rozvést, aby i čtenář neorientující se v dané problematice si dokázal udělat přibližnou představu, co termín znamená. Zároveň v teoretické části práce postrádám

alespoň krátké seznámení s taktilním snímacím systémem vzhledem k tomu, že praktická část práce je orientována i na tuto senzoriku.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce **C - dobře**

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Z jazykového hlediska je práce psána srozumitelně a jednoduše, což je výhodou pro čtenáře neorientující se v tématu bakalářské práce. Nicméně některé větní celky nejsou formulovány úplně vhodně a zasloužily by si sofistikovanější vyjádření. Rovněž některé použité obrázky v práci, ačkoliv jich bylo minimum, by mohly být použity ve vyšší kvalitě. Jinak v práci se vyskytuje minimální množství gramatických chyb.

Výběr zdrojů, korektnost citací **A - výborně**

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.

K citovaným zdrojům až na drobné formální chyby v citaci nemám výhrady. Oceňuji, že autor použil k vytvoření bakalářské práce zajímavé cizojazyčné zdroje, které v práci převažují. Tyto zdroje autor ještě zkombinoval s informačními zdroji od výrobců počítačové tomografie.

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.

Na začátku experimentální části práce autor popisuje, že na zvoleném dílu, konkrétně na plochách tvořící prismatickou část (rovina „120 leva“ a rovina „120 prava“, viz. obrázek 24), se nacházelo značné poškození způsobené používáním tohoto dílu. Proto, aby zamezil vlivu tohoto poškození na výsledek, autor v práci píše, že zvolil dvě strategie měření. Nicméně nikde v práci jsem již nenašel žádné hodnocení či komentář k těmto dvěma rozdílným strategiím měření.

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.

Předložená bakalářská práce je velmi dobře zpracována z hlediska rentgenového záření a počítačové tomografie. Pro vytvoření rešeršní části práce musel autor nastudovat poměrně velké množství především cizojazyčné literatury. Nicméně postrádám v práci alespoň krátké seznámení čtenáře i s taktilní senzorikou, se kterou autor pracoval v praktické části. Zároveň v textu práce se místy objevují nepovedené formulace, které dle mého názoru vznikly nešťastným překladem z cizojazyčného zdroje. V praktické části autor povedeně popsal přípravu a provedení experimentu i s finálním shrnutím a hodnocením.

Otázky k obhajobě:

1. Jaký vliv má na finální snímek vzdálenost prozařovaného objektu od zdroje záření (osa x tomografu)?

2. Dokázal byste vysvětlit jev „beam hardening“ (zesílení záření) v souvislosti s počítačovou tomografií?

3. Prosím vysvětlete, k čemu obecně slouží vyrovnání při měření na souřadnicových měřicích strojích a jak je fixován Váš modelový díl základnami A,B,C (3 roviny), které jste použil pro vyrovnání v praktické části?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře.**

Datum: 23.8.2020

Podpis: