



POSUDEK OPONENTA DIPLOMOVÉ PRÁCE

SLOVNÍ HODNOCENÍ

Autor DP: BC. PETR PÁNEK

Název DP: NÁVRH MĚŘENÍ KRUHOVÉ INTERPOLACE STROJŮ POMOCÍ LASER TRACKERU

Oponent DP: ING. JAN MACHYL, PH.D.

Předložená diplomová s názvem „*Návrh měření kruhové interpolace strojů pomocí laser trackeru*“ obsahuje 9 kapitol na 91 stranách, 56 obrázků a 27 tabulek, k práci je též připojena příloha s výpisem programů na 2 stranách.

V kapitole „*Úvod*“ autor ve stručnosti seznamuje čtenáře s problematikou kruhové interpolace, proč se vlastně na strojích provádí a podle jakého normativního předpisu. Dále se autor zmiňuje o měření kruhové interpolace na velkých strojích s velkými interpolačními průměry.

Kapitola „*Cíle diplomové práce*“ je rozdělena na čtyři hlavní cíle v souladu se zadáním DP.

Kapitola „*Možnosti měření kruhové interpolace*“ je rešeršní částí práce. Autor zde představuje standardní způsoby měření kruhové interpolace na CNC strojích. V kapitole je popsán princip klasického měření BallBar-em, Laesr/BallBar-em, kruhovou mřížkou, Laser tracker-em a Laser tracer-em. Svým rozsahem je kapitola dostatečně obsáhlá a dá se konstatovat, že autor popsal většinu dostupných způsobů měření kruhové interpolace. V textu se často vyskytují obraty a termíny, které autor patrně převzal z dostupných materiálů popisujících jednotlivé způsoby měření, avšak nejsou příliš technické, př.: str. 17 „*...maximální rychlost snímání je 1000 Hz*“, str. 21 „*Produktivita měření laser trackeru (LT) je ohromující...*“, str. 23 „*Mezitím, systém získává vysoce přesné naměřené hodnoty...*“ atd. Jako technik by se autor měl do budoucna podobným superlativům a fyzikálním nepřesnostem vyvarovat.

Kapitola „*Laser tracker LEICA*“ je technickým popisem zařízení, se kterým autor pracoval na zadaném úkolu.

Kapitola „*Kruhová interpolace dle ČSN ISO 230*“ je výtah z předpisu normy ČSN ISO 230-4 kde je předepsána zkouška a podmínky kruhové interpolace. Dále jsou zde definovány parametry, které lze při zkoušce sledovat.

Kapitola „*Návrh strategií měření*“ je autorovým vlastním dílem. Autor navrhuje tři varianty způsobu měření. Z popisu jednotlivých variant plyne, že každá má své výhody i nevýhody, o kterých se autor v textu zmiňuje. U popisů variant postrádám jednoznačná schémata obrázků s plně zakótovanými parametry, se kterými autor pracuje. V textu se tak vyskytuje mnoho veličin pod stejným názvem, což na čtenáře působí velmi nepřehledně a v určité fázi popisu ztrácí souvislosti. Tato skutečnost znemožňuje exaktní kontrolu odvozených trigonometrických vzorců, na které se autor v textu odvolává. Příklad za všechny: poloměr kruhové interpolace – R , R_{1us} , R_1 , R_g , R_n . Z textu se dále dozvídám, že zařízení ve variantě 2 odměřuje jakousi vzdálenost R_{ch} , bez bližšího vysvětlení. Tento parametr v Přehledu použitých veličin a jednotek zcela schází. Není mi zcela jasné tvrzení z kapitoly 3.4, kde autor popisuje neustálé sledování odrazu laserového paprsku z koutového odražeče laser tracker-em a přepočítávání na polární souřadnice, když v kapitole 6 ve všech variantách řešení si pro sledování vybral tzv. vertikální úhel hlavy LT φ_v , který s polárními souřadnicemi nikterak nespojuje. Postrádám komplexní zhodnocení jednotlivých variant mezi



sebou. Autor nikde výslovně neuvádí, pro kterou variantu se rozhodl. Bohužel toto ní není jasné ani z kapitoly 8 „Vlastní měření“.

Kapitola „Popis měřeného stroje“ je velmi neurčitý popis stroje, na kterém bylo měření realizováno. Z popisu není jasné, o jaký stroj se jedná, jakého výrobce a uvedená tabulka obsahuje nedostatečný výčet parametrů stroje.

V kapitole „Vlastní měření“ autor porovnává naměřená data ballbar-em s vlastní metodou lasertracker-em. Velmi oceňuji ověření správnosti funkce vytvořeného programu pomocí naměřených dat ballbar-em a porovnání výsledků se softwarem firmy Renishaw. Postup porovnání výsledků dvěma různými metodami je správný. Je na škodu, že se autor spokojil pouze s provedením jedné porovnávací zkoušky každou metodou pro kruhovou interpolaci o poloměru 300 mm. Doporučoval bych každou zkoušku minimálně třikrát opakovat, porovnat data mezi sebou z každé zkoušky a teprve poté porovnávat rozdílné metody. V současné době nelze hovořit o opakovatelnosti zkoušky, procentuální chybě a ani přesnosti měření. Výsledné obrázky naměřených dat lasertracker-em 8.4, 8.5 a 8.8 jsou chybné ve svém měřítku.

V kapitole „Závěr“ autor shrnuje dosažené výsledky v souladu se zadáním a vytčenými cíli v úvodu práce. Autorovi bych doporučoval být více opatrný na pronesená superlativní hodnocení v samotném závěru práce, jelikož porovnávacích testů s ověřenou metodou proběhlo velmi málo a hmatatelných výsledků je tak poskromnu. Práce by však neztratila nic na váze, kdyby se autor touto skutečností ve svém hodnocení zabýval.

Závěrem lze konstatovat, že zvolený postup práce studenta je správný, i když popis jednotlivých variant je do jisté míry pro čtenáře dosti nepřehledný. Grafická úroveň práce je standardní. V autorských obrázcích postrádám řadu popisovaných parametrů, se kterými autor pracuje. Práce neobsahuje závažné gramatické chyby, pouze technické nepřesnosti patrně opsané z propagačních materiálů. Z práce jednoznačně nevyplývá, v jakém rozsahu se autor podílel na přípravě a ladění vytvořených podpůrných programů. V textu této činnosti není věnována žádná kapitola a ze zadání práce se lze dozvědět, že při přijetí určité objekty pro Matlab již existovaly. Je nutné podotknout, že tematika měření kruhové interpolace na velkých strojích je více než aktuální a výsledky této práce nepochybně přispějí k řešení dané problematiky.

Otázky: Jaký je rozdíl mezi stanovenou chybou měření a nejistotou měření?

Prohlášení:

Diplomová práce **splňuje zadání a **doporučuji** ji k obhajobě.**

.....2. 7. 2015.....
Datum

Ing. Jan MACHYL, Ph.D.
Podpis oponenta