

OPONENTNÍ POSUDEK DISERTAČNÍ PRÁCE

Doktorand: **Ing. Vojtěch Štěpánek**
Téma: **Problematika teplotní kompenzace lineárního enkodéru obráběcího centra**
Školitel: **prof. Dr. Ing. Jiří Marek, Ph.D., MBA**

Předložená disertační práce se zabývá zlepšováním výrobní přesnosti CNC obráběcích strojů vytvořením algoritmu, kompenzačního mechanismu, na základě teplotního chování lineárního odměřování polohy. Z celého kinematického řetězce teplotního chování obráběcího stroje byla vybrána jedna komponenta, a to lineární snímač přímého odměřování polohy, na kterou se disertant ve své disertační práci v detailu zaměřuje.

Téma disertační práce je na technicky vysoce aktuální téma. Současná výrobní praxe, zvláště v oblasti sériové a hromadné výroby, klade velký důraz na vysokou přesnost vyráběných výrobků a efektivitu výroby. Oblast zvyšování přesnosti výroby zahrnuje komplexní soubor vnitřních a vnějších vlivů, které v průběhu výrobní činnosti působí na proces obrábění. Mezi tyto vlivy patří, například vliv přímého odměřování polohy ve vztahu k teplotní roztažnosti konstrukce a nastavení regulačních parametrů řídicího stroje.

Cílem disertační práce je zpracování metodiky eliminace teplotních gradientů na CNC obráběcí stroje. Řešení je rozděleno do dílčích cílů:

- rešerše dané problematiky,
- zpracování metodiky,
- experimentální část,
- vytvoření kompenzačního modelu,
- případová studie nasazení kompenzačního modelu.

V úvodní části doktorské disertační práce je proveden stručný popis částí CNC obráběcího stroje, požadavky kladené na CNC obráběcí stroj a doplněno o moderní trendy v oblasti CNC obráběcích strojů a jejich konstrukce. Součástí kapitoly je i detailní popis problematiky odměřování polohy u obráběcího stroje, přístup k softwarové kompenzaci chyb a popis softwarových prostředků používaných při návrhu automatických kompenzací CNC obráběcího stroje.

Popisnou, rešeršní část disertační práce tvoří kapitoly 4 a 5, které definují hledání podstatných veličin v oblasti lineárních snímačů polohy a definuje hypotézy o chování lineárního snímače polohy.

Nosnou částí disertační práce jsou kapitoly 6, 7 a 8. Kapitola 6 Případová studie měření na křížovém stole popisuje experimentální část disertační práce. Experimentální část je zpracována srozumitelným, logickým a detailním způsobem. Je doplněna o fotodokumentaci a konkrétní data z realizovaných experimentů. Na tuto část navazuje kapitola 7, ve které disertant na základě získaných dat z experimentální části popisuje návrh hybridního kompenzačního modelu. Tato část je doplněna vývojový diagram Metodika nasazení kompenzace přesnosti najetí do polohy v ose, který srozumitelným způsobem uzavírá uvedené části. Hlavní část disertační práce uzavírá kapitola 8 Verifikace kompenzačního modelu, ve které disertant provádí ověření navrhovaného kompenzačního postupu na polohování křížového stole při středovém ohřevu lineárního snímače polohy.

Disertační práci uzavírá kapitola případové studie nasazení kompenzačního modulu do tří nejběžnějších řídicích systémů obráběcích strojů, jako jsou řídicí systém FANUC, SINUMERIC a HEIDENHAIN.

Celkové hodnocení:

Postup řešení disertační práce formálně obsahuje všechny potřebné atributy vědecké práce, analýzu současného stavu v řešené oblasti, zhodnocení dosavadních výsledků, vymezení cílů práce, návrh a realizaci experimentu včetně zhodnocení výsledků. Disertační práce je zpracována logicky, přehledně a srozumitelně, po grafické stránce velmi pečlivě a obsahuje pouze drobné formální nedostatky jako například různé formátování odrážek.

K disertační práci mám následující připomínky:

- V kapitole 1.1.2 *Požadavky kladené na CNC obráběcí stroj* postrádám stručný popis požadavků v oblasti ekodesignu.
- V kapitole 4.1 *Podmnožina S0 – podmnožina environmentálních veličin* jsou řešena vnější okolí nikoliv environmentální vlivy (nešťastně zvolený název kapitoly).

K předložené disertační práci mám následující dotazy:

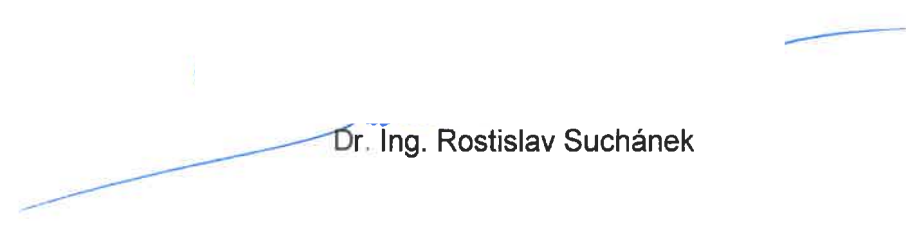
- Jaký největší teplotní rozdíl v rámci jednoho pracovního cyklu (směny) na lineární snímač polohy předpokládáte? Jaký vliv bude mít počet těchto cyklů na přesnost obrábění v čase?
- Definujte pojem environment. Co si představujete pod pojmem environmentální aspekt?
- V rámci zpracování měření se setkáváme s různými chybami měření. Definujte, prosím, jaké chyby měření znáte včetně rozdělení chyb podle jejich původu.

Závěr:

Disertační práce je zpracována na technické téma, které je a bude nejen v oblasti konstrukce obráběcích strojů jedním ze zásadních parametrů ovlivňujících především ekonomickou efektivitu realizovaných procesů, a to například i u různých jednoúčelových strojů.

Disertační práce působí uceleně a logicky, což dokladuje znalosti doktoranda k dané problematice. Práce splňuje požadavky, které jsou na ni kladeny a doktorand prokázal svou kompetentnost k řešení tématu disertační práce. **Doporučuji disertační práci k obhajobě a po úspěšné obhajobě udělení titulu Ph.D.**

Brno 11.10.2022



Dr. Ing. Rostislav Suchánek