

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Název práce:               | Simulační model automatického chaotického skladu a jeho digitální dvojčte |
| Jméno autora:              | Marek Vlček   |
| Typ práce:                 | diplomová   |
| Fakulta/ústav:             | Fakulta strojní (FS)  |
| Katedra/ústav:             | Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky                              |
| Oponent práce:             | Jan Pelikán   |
| Pracoviště oponenta práce: | Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky                              |

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

|   |                         |
|---|-------------------------|
| <b>Zadání</b>   | <b>průměrně náročné</b> |
| <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>   |                         |
| Předložené zadání vychází z reálné potřeby návrhu dílčí softwarové části distribuovaného řídicího systému komplexního reálného zařízení. Tematicky lze zadání zařadit do progresivních způsobů řízení systémů v digitalizované průmyslové výrobě. Vzhledem k úrovni rozpracovanosti navazujících softwarových modulů celého řídicího systému a předchozího řešení základních úloh lze zadané dílčí téma hodnotit jako průměrně náročné. |                         |

|  |                |
|--|----------------|
| <b>Splnění zadání</b>  | <b>splněno</b> |
| <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> |                |
| Diplomant zcela splnil body zadání.  |                |

|   |                |
|---|----------------|
| <b>Zvolený postup řešení</b>  | <b>správný</b> |
| <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>   |                |
| V úvodu se autor zabývá obecnějším popisem automatického skladu a dále uvádí problematiku digitálního dvojčete. Následuje téma 3D modelu automatického skladu, kde autor modifikoval dříve navržený 3D model rozšířením o parametrizaci a aktualizoval konstrukční uspořádání. V další kapitole je popsán použitý postup řešení návrhu jednotlivých skriptů vzniklého software a následuje popis navrženého uživatelského rozhraní a propojení s virtualizovaným databázovým systémem. Autor řešil zadaný problém pomocí dostupných vývojových nástrojů Matlab Simulink Simscape. Důkazem správného postupu řešení je realizace simulačních experimentů jejichž výsledkem je funkce digitálního dvojčete reálného systému včetně vizualizace. |                |

|   |                        |
|---|------------------------|
| <b>Odborná úroveň</b>   | <b>B - velmi dobře</b> |
| <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>  |                        |
| Práce je v zásadě na dobré odborné úrovni. Texty jsou celkem srozumitelné, ale například k vyjádření některých vnitřních datových pochodů u navrhovaného software by bylo názornější vysvětlení pomocí zaběhlých nástrojů UML. Potřebné znalosti pro zpracování diplomové práce musel autor nabýt většinou samostudiem. |                        |

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>  | <b>A - výborně</b> |
| <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>  |                    |
| Práce je uspořádána přehledně, jednotlivé kapitoly jsou logicky členěny a text je vhodně proložen potřebnými obrázky. Práce obsahuje minimální množství překlepů, formálně a typograficky je na pěkné úrovni. Rozsahem práce zcela odpovídá svému účelu. |                    |

**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.*

Bibliografické citace jsou korektně a v souladu se zavedenými zvyklostmi.

**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.*

Dosažené principy a výsledky práce budou nasazeny v průmyslové praxi ve formě základního modulu rozsáhlého distribuovaného řídicího systému automatického skladového systému firmy HOUFEK. Práce úspěšně řeší vlastní funkci automatického skladu, jeho vizualizaci a ovládání pomocí uživatelského rozhraní. K tomu využívá a orchestruje další dříve vyvinuté moduly – skladový algoritmus, interface pro realizaci pohybu manipulátoru včetně emulace a virtualizované databáze. Dosažené výsledky byly simulačně ověřeny a jsou důležitým vývojovým stupněm realizace složitějšího fyzického zařízení v průmyslové praxi.

**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.*

Autor přistoupil k řešení svého úkolu systematicky, navrhnul a sestavil softwarové řešení řídicího jádra distribuovaného řídicího systému s digitálním dvojčetem a funkci simulačně ověřil. Dílo zcela odpovídá úrovni diplomové práce. Diplomant nepochybně prokázal schopnost samostatně řešit inženýrské úkoly a výsledky své práce písemně prezentovat.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Otázky a připomínky:

- Uvědomujete si některé implementační problémy navrženého řešení při jeho nasazení v průmyslové praxi? Případně popište.



Datum: 9.2.2024

Ing. Jan Pelikán, Ph.D.