

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Název práce:</b>                | Matematický model dynamiky dvounohého kolového robota |
| <b>Jméno autora:</b>               | <b>Radomír Macíček</b>                                |
| <b>Typ práce:</b>                  | bakalářská  |
| <b>Fakulta/ústav:</b>              | Fakulta elektrotechnická (FEL)                        |
| <b>Katedra/ústav:</b>              | Katedra řídicí techniky                               |
| <b>Vedoucí práce:</b>              | Ing. Krištof Pučejdl                                  |
| <b>Pracoviště vedoucího práce:</b> | Katedra řídicí techniky                               |

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

|   |                          |
|---|--------------------------|
| <b>Zadání</b>   | <b>mimořádně náročné</b> |
| <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>   |                          |
| Cílem práce byla tvorba matematického modelu umožňujícího simulaci dynamiky pohybu dvounohého kolového robota „sk8o“ při uvažování všech jeho stupňů volnosti a kinematických omezení. Vzhledem ke složitosti systému (kinematické smyčky v topologii robota, neholonomní omezení,...) jde jednoznačně o náročnou úlohu. Z velké části se nicméně jedná o reprodukci publikovaného výsledku (zdroj [2]), jenž poskytuje dobrý návod a snižuje teoretickou náročnost. I tak ale zadání vyžaduje dobré porozumění pokročilým metodám matematického modelování z nichž mnohé jsou nad rámec bakalářského studia. |                          |

|  |                  |
|--|------------------|
| <b>Splnění zadání</b>  | <b>nesplněno</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>   |                  |
| Ze tří bodů specifikovaných v zadání považuji za částečně splněný jen první (výběr vhodného modelovacího přístupu). Zbýlé body se bohužel nepodařilo splnit. Matematický model rozhodně není dokončený (mimo jiné zcela postrádá kontakt se zemí) a neumožňuje žádnou smysluplnou simulaci, tudíž chybí i jakákoliv verifikace a porovnání s existujícím modelem využívajícím 3D robotický simulátor Gazebo. |                  |

|  |                         |
|--|-------------------------|
| <b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>  | <b>F - nedostatečně</b> |
| <i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>  |                         |
| Student na daném tématu pracoval postupně v posledních dvou semestrech. V letním semestru se práci věnoval v jeho první polovině. V zimním semestru se k práci vrátil navzdory mým vysloveným pochybnostem a doporučením ke změně tématu. Jakkoli se pak během semestru a zejména v jeho závěru zjevně věnoval práci intenzivněji, jeho úsilí se mi nejevilo jako efektivní. Oproti předchozímu semestru měl zájem o konzultace. Na těch jsme bohužel často naráželi na studentovo nepochopení problematice a (především) na nepřehlednost jeho průběžných výsledků (zmatečný a nekommentovaný kód, absence průvodních poznámek) navzdory mým opakovaným výzvám a radám. Tyto aspekty student v závěru zimního semestru zlepšil. |                         |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| <b>Odborná úroveň</b>   | <b>E - dostatečně</b> |
| <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>  |                       |
| Odborná úroveň práce samotné je nízká, a to zejména v kontrastu s náročným tématem. Dokážu si však představit, že s výrazně jednodušším zadáním by obdobná úroveň mohla být přijatelná, proto ji hodnotím jako dostatečnou v kontextu bakalářské práce. |                       |

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**F - nedostatečně**

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

Student si zvolil psát práci v anglickém jazyce, což zpětně hodnotím jako chybu. Zjevně se tím pro něj ještě zvýšila náročnost a výsledný text trpí množstvím gramatických i významových nedostatků. Zároveň je bohužel při čtení patrné, které pasáže textu jsou z větší části převzaty z literatury (např kapitola 2), a které jsou autorské – rozdílů ve slovní zásobě i větné stavbě si nelze nevšimnout. Pokusy o parafrázování zdrojových textů mají často za následek matoucí a nebo i chybné či nesmyslné formulace (*We can think of infinitesimal mass  $dm$  to infinite small forces concentrated as at the position of particles because we have defined:*).

Vizuální stránka práce je přijatelná. Nedostatkem je však nekonzistence v sazbě použitých symbolů (řecké písmeno vs. jeho název latinkou, střídání patkového písma a matematické kurzívy) nebo dokonce zápis hmotnostního elementu ' $dm$ ' jako derivace hmotnosti ( $m$  s tečkou, rovnice 2.3). Většina těchto chyb je navíc v těch částech textu, které jsou s minimem změn převzaty a obsahově nejsou této práci přínosem.

V kapitole 3 je několik výpisů kódu z Matlabu. Ty jsou dobře zformátované a popis některých částí zmiňovaných skriptů je v kombinaci s komentáři v kódu pochopitelný. Bohužel ne všechny vystupující funkce a proměnné jsou popsány (případně jinak okomentované) a sekce tak nenaplnuje studentův záměr býtí návodem nebo dokumentací k práci s použitou experimentální knihovnou pro modelování dynamiky vícetělesových systémů. Základní představu nicméně poskytuje.

V práci je několik obrázků, většina vychází ze zjednodušeného 3D nákresu modelovaného robota. U obrázku 1.1 chybí jednotky, a to v kombinaci s absencí vysvětlivek u použitých symbolů snižuje jeho přínos. U obrázku 3.3 je nedokončený popis. Obrázek 3.4 sice ukazuje číslování jednotlivých těles v robotu, ale není z něj zřejmé větvení kinematického stromu. Naopak by se mohlo zdát, že robot je popsán jednoduchým kinematickým řetězcem. Obrázek 3.5 nepřináší žádnou novou informaci. Obrázek 3.6 má v popisku jednotky, které možná měly patřit k obrázku 1.1.

Vzhledem k rozsahu textu považuji za nevhodné strukturování do podkapitol až čtvrté úrovně. Název kapitoly 3 'Results' je matoucí vzhledem k jejímu obsahu, kterým je v podstatě popis studentovy skutečné vlastní práce, nicméně nějaké vyslovené výsledky v ní prezentovány nejsou.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**F - nedostatečně**

*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.*

Student se v práci odkazuje na 8 referencí včetně čtyřech zdrojů doporučených v zadání. Umístění jednotlivých referencí v textu je ale téměř náhodné. Nejvíce text čerpá z první a třetí reference, přičemž druhá jmenovaná je opravdu silným předobrazem druhé kapitoly této práce. To bohužel není v textu práce autorem nijak reflektováno.

**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.*

Výsledkem práce není funkční řešení. Implementace matematického modelu je neúplná a její případné dotažení by vyžadovalo ještě poměrně značné úsilí za předpokladu, že současný stav představuje alespoň funkční základ. Student se v textu práce alespoň pokusil o popis použité metodiky, což byla vzhledem k absenci funkčního modelu správná myšlenka, nicméně ani tento aspekt práce není povedený.

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.*

Ve snaze o maximální objektivitu bohužel hodnotím tuto práci jako nedostatečnou v téměř všech ohledech. Tento výsledek mě mrzí a z velké části ho přičítám studentovu chybnému úsudku očekávání při volbě tohoto náročného zadání, kterou pro mě takřka nepochopitelně zopakoval dvakrát, přestože vše už po prvním semestru nasvědčovalo tomu, že je pro něj téma obtížně uchopitelné a dosavadní neúspěch není dán jen nedostatečným nasazením. Věřím, že v minimálně v druhé polovině druhého semestru pracoval student usilovně, bohužel někdy samotné úsilí nestačí.

Student rovněž v práci nezmiňuje svůj úvodní pokus o použití jiného modelovacího nástroje (Rigid Body Dynamics Algorithm) a s ním spojené studium teorie a experimentování, které se nakonec ukázalo jako nevhodné. I vyloučení slepé uličky (spolu s uvedením příslušného důvodu) je ale výsledek, který mohl být v práci zmíněný. Zároveň mohu potvrdit studentovo nenápadnou zmínku o chybějící dokumentaci a nečekaných složitostech při práci s druhou modelovací knihovnou, což udělalo z původně náročnějšího zadání spíše velmi náročné.

Nakonec se ale musím vyhradit proti studentovu dvakrát (v úvodu a v závěru) opakovanému tvrzení:

„The real testing was not done due to COVID 19 pandemic state.“

„Simulation not done due to Covid.“

Nenapadá mě, jak by mohla epidemická situace omezovat počítačové simulace matematického modelu. Naopak, charakter zadání (umožňující práci z domova a s nulovými nároky na materiál atp.) byl v této době jedině výhodou.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **F - nedostatečně**.

Datum: 25.1.2022

Podpis: