

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Název práce:</b>                | Simulace dopadu preference vozidel integrovaného záchranného systému na světelných křižovatkách na další dopravu |
| <b>Jméno autora:</b>               | Vít Obrusník   |
| <b>Typ práce:</b>                  | diplomová  |
| <b>Fakulta/ústav:</b>              | Fakulta elektrotechnická (FEL)   |
| <b>Katedra/ústav:</b>              | Katedra řídicí techniky  |
| <b>Vedoucí práce:</b>              | Doc. Ing. Zdeněk Hurák, Ph.D.  |
| <b>Pracoviště vedoucího práce:</b> | Katedra řídicí techniky FEL ČVUT   |

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

|   |                   |
|---|-------------------|
| <b>Zadání</b>   | <b>náročnější</b> |
| <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>   |                   |
| Náročnost zadání pro studenta spočívala zejména v nutnosti samostudiem získat více než jen základní kompetence v oblasti modelování a řízení dopravy, což není primární aplikační doména pro studenty programu Kybernetika a robotika. Že se v nové aplikační doméně student velmi dobře zorientoval, dokázal mimo jiné i při mnohých interakcích s dopravními inženýry, včetně prezentace na specializované zahraniční konferenci. |                   |

|  |                |
|--|----------------|
| <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> |                |
| Předložený text diplomové práce dokumentuje dokonalé splnění původního zadání.   |                |

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>  | <b>A - výborně</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 samostatné tvůrčí práce.</i>  |                    |
| Aktivita i samostatnost studenta byly při řešení diplomové práce naprosto vzorové. Student byl nejen samostatný a aktivní v té fázi soliterní, kdy pročítal odbornou literaturu, konfiguroval a používal pokročilé simulační nástroje SUMO a OMNeT++ a následně zpracovával data z nich, ale zvláštní pochvalu si zaslouží i za iniciativu při úspěšném kontaktování nejrůznějších dopravních specialistů s žádostmi o konzultace či přímo poskytnutí dat. Lze i z této zkušenosti vyvozovat, že student bude velmi samostatným, iniciativním a spolehlivým členem každého týmu, ke kterému se v budoucnu připojí. |                    |

|  |                    |
|--|--------------------|
| <b>Odborná úroveň</b>  | <b>A - výborně</b> |
| <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>   |                    |
| Odvedená práce je velmi kvalitní ba přímo vynikající. Posoudit to mohu i na základě reakcí několika specialistů z oblasti dopravy, jichž jsem byl při nejrůznějších konzultacích a prezentacích svědkem. Jelikož studentem navržené řešení zaujalo průmyslového projektového partnera, je dokonce vysoce pravděpodobné, že toto se v nejbližších měsících dočká experimentálního ověření v běžném dopravním provozu. |                    |

|   |                    |
|---|--------------------|
| <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>   |                    |
| Jsem velmi spokojen. Práce je psána velmi kvalitní a živou angličtinou. Sazba textu a matematických vzorců i grafické vstupy jsou na velmi profesionální úrovni. Rozsah je adekvátní. |                    |

**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.*

Student předvedl schopnost zorientovat se v nové aplikační oblasti nalezením a přečtením relevantních výzkumných prací. Naprostou většinu z 29 odkazovaných prací tvoří články z mezinárodních odborných časopisů a konferencí.

**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.*

-

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

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

Velmi povedená diplomová práce z oblasti matematického modelování, simulace a řízení dopravy. Simulací ověřené řešení průjezdu vozidla integrovaného záchranného systému světelnou křižovatkou, které využívá přímou bezdrátovou komunikaci mezi vozidlem a řadičem křižovatky, bude v nadcházejících měsících dokonce projektovým partnerem z průmyslu experimentálně ověřeno v reálném dopravním provozu.

Velmi kvalitně připravený text diplomové práce sám zamýšlím rozdávat a rozesílat aktuálním i budoucím průmyslovým partnerům coby skvělou dokumentaci našeho zvládnutí dané problematiky i skromného avšak konkrétního příspěvku do ní. Text poslouží i coby praktický úvod do používání simulačních nástrojů SUMO a OMNeT++. Kromě toho se však (snad) stane i základem pro shrnující odborný článek, který student ještě připraví.

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

Datum: 5.6.2019

Podpis:

## Review of the diploma thesis of Vít Obrusník

Title: Simulating the impact of prioritization of emergency vehicles at traffic light controlled junctions on the other traffic

The presented diploma thesis deals with simulation of passing of an emergency vehicle through a signalized intersection. The simulated scenarios are of two types: without intersection controller action and with an active change in the signal plan – a pre-emption (or priority). The goal of the thesis was to simulate passing of emergency vehicle in different scenarios and assess the effect of the priority type on several measurable quantities: the travel time of the emergency vehicle, the travel time of the other vehicles and their waiting time at intersections.

The author selected the program SUMO as the main simulation tool. This program was supported by several other tools and add-ons to enable simulation of the scenarios. I think that the choice of the SW tools was right, and the thesis shows author's good understanding of the simulation environment.

To make the simulation trustworthy, the author based the simulation setting on real data. The data was obtained from induction detectors. As it is often the case in practice, the data was not complete and not all useful measured quantities were provided. However, the author successfully coped with this problem and the comparison of simulated and real data presented in the thesis shows a good match.

The thesis describes two ways of giving a priority to the emergency vehicle: the standard and widely used virtual boundary and a newly proposed queue-discharge based algorithm. In the latter the author even improved an approach presented in a recent publication. In addition, the new approach enables a more automatic and less-tedious deployment of priority algorithms at individual intersections.

The last chapter of the thesis presents an extensive comparison of the presented approaches for priority. As the simulations show, the proposed priority method has lower effect on the other vehicles than the virtual-boundary approach, while keeping the travel time of the emergency vehicle comparable. Quite logically, giving no priority at intersection results in the lowest travel time of other vehicles. All the results make sense and I believe that such a thorough simulation analysis might contribute to more frequent deployment of emergency vehicle priority by municipalities. I think that the simulation results are of interest of the traffic-control community.

The thesis is well written and organized. The level of the English language is very good. There are of course some typos and some imprecise statements, but they do not complicate reading and understanding. I only have a few remarks to the presenting of the theoretical results. In chapter 4 I did not like the way the author switches between simulated and theoretical findings, since this makes the derivation of the final formulas (4.14, 4.16) quite difficult to follow. In addition, I think that the two driver models in section 2.2 should be discussed in more details (their advantages, disadvantages).

The thesis shows that the author has the abilities which a good control engineer should have: understand the problem domain, process incomplete data, create a simulation model of the given problem, verify the proposed solution by such simulation and present the result in a written form.

**I recommend the thesis for defense and I propose the grade A – excellent (95 points).**

**Questions:**

1. The simulation results show only small difference between virtual boundary and queue-discharge model algorithms. Would the difference be more apparent when less conservative setting is used? For instance, to use better estimate of emergency vehicle speed (not 50 instead of 75), no 5 seconds rule when not necessary?
2. There are different types of emergency vehicles with different properties, mainly different approach speeds (from heavy trucks of fire brigade to light and fast police cars). Different vehicles might require different treatment. What would have to be changed in the presented priority algorithms to incorporate the differences among vehicles?

In Moravany, 2. 6. 2019

Ing. Ivo Herman, Ph.D.  
Herman Systems, s.r.o.  
Brněnská 993  
664 42 Modřice  
Czech Republic