

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Odhadování sklonu vozovky multisenzorickou fúzí na palubě vozidla</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Radek Chládek</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<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>	
Zadání bylo spíše náročnější, a to ze dvou důvodů: 1) vyžadovalo zvládnutí metod optimálního odhadování parametrů a stavů, které jsou vyučovány spíše až v magisterském studiu, 2) vyžadovalo načtení výzkumných článků v mezinárodních odborných časopisech.	

<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>	
Zadání bylo splněno.	

<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 samostatně tvůrčí práce.</i>	
Student byl při práci na projektu velmi aktivní a iniciativní.	

<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>	
Velmi vysoká. S ohledem na pokročilost použitého aparátu optimálního odhadování a filtrace adekvátní k bakalářské úrovni studia.	

<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>	
Po formální stránce lze práci hodnotit velmi vysoce. Je psána česky a velmi srozumitelně, vysázena je v LaTeXu, matematické vztahy i obrázky dodržují běžné konvence. Rozsah adekvátní (cca 30 stran). Pár překlepů mohl ale odchytit spellchecker.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</b>
<i>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.</i>	
Kromě několika mnou dodaných klíčových zdrojů si student ještě našel několik dalších v odborné literatuře. Všechny jsou odcitovány podle běžných zvyklostí.	

<b>Další komentáře a hodnocení</b>
------------------------------------

*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.*

K úrovni dosažených výsledků nemám coby vedoucí závažnější připomínky. Snad jen zde uvedu pár drobností, které jsem v textu nezachytil před odevzdáním, a to pouze s motivací na ně upozornit, aby se nepropagovaly dál.

1. S konstatováním, že Luenbergerův pozorovatel se ukazuje jako nevhodný při zatížení měřených veličin šumem, nesouhlasím. A i jsme to se studentem diskutovali. Vždyť Kalmanův filtr (alespoň ten navržený pro ustálený stav) má přesně tu stejnou strukturu, jen při návrhu potřebných zesílení využívá nějakých předpokladů o stochastické povaze šumů měření i procesu.
2. V názvu sekce 4.2.1 bych spíše volil „nezávislé veličiny“ než „nezávislé jednotky“.
3. Některá tvrzení uvedená v práci jsou poměrně kontroverzní („v jaké jsou brzdy stavu se obecně také neví“) a nebo příliš vágní a nekonkrétní (tvrzení v závěru, že údaje z výškových map nejsou příliš přesné, a to bez uvedení, jejich skutečné přesnosti i požadavku na jejich lepší přesnost, nebo další tvrzení v závěru, že pro využití barometru by bylo potřeba velmi kvalitní senzor, který na trhu v ČR není, a to bez upřesnění, jakou přesnost by tedy měl mít).

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

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

Předloženou práci považuji za mimořádně kvalitní. Pro její odvedení musel student zvládnout koncepty a metody představované spíše až v magisterském studiu (optimální odhadování a filtrace). Ve své práci student prokazuje schopnost zvládnout pokročilé matematické metody a algoritmy, schopnost inženýrského vhledu do fyzikální podstaty řešeného problému, stejně jako schopnost rutinní programátorské práce s naměřenými daty.

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

Datum: 19.6.2023

Podpis:

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Odhadování sklonu vozovky multisenzorickou fúzí na palubě vozidla</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Radek Chládek</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra řídicí techniky
<b>Oponent práce:</b>	Daniel Pachner
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	ŠKODA DIGITAL s.r.o

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání bakalářské práce je spíše náročnější, obsahuje teoretickou i praktickou stránku.	

<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>	
Zadání je beze zbytku splněno.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Metody byly vybrány správně a odpovídají zadání. Řešení bylo uspokojivě validováno na datech z reálných tramvajových tras s realisticky simulovaným pohybem vozidla. Data z vozidla se použít nepodařilo, ale příčiny byly objektivní.	

<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>	
Odborná úroveň práce je výborná. Autor se v rámci práce dokonce seznámil s algoritmem rozšířeného Kalmanova filtru.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce má dobrou jazykovou i odbornou úroveň.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</b>
<i>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.</i>	
Autor pracoval s dostatečným množstvím zdrojů a správně je použil.	

<b>Další komentáře a hodnocení</b>
<i>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.</i>
V případném pokračování bych uvítal zahrnout do fúze dat v Kalmanově filtru i mapové podklady. Ukazuje se, že mapové podklady získané snímkováním z letadla mají nepřesné jen některé úseky, což by bylo možné řešit metodou alternativních modelů chyby mapového podkladu. Tyto úseky se navíc často prozradí skokem ve výškové souřadnici. Toto řešení by bylo prakticky aplikovatelné.

### 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.*

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

U obhajoby diplomové práce prosím zodpovědět tyto otázky:

1. Pokud je vozidlo v klidu, měří akcelerometr v podstatě jen tíhové zrychlení a dopředné zrychlení odpadá. Využívají toho použité metody a považoval byste to za vhodné?
2. Bylo by vhodné do metody odhadu sklonu zahrnout informaci o tom, že samotný sklon i jeho derivace jsou omezeny?

Datum: 6.6.2023

Podpis: