



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Ústav soudního znalectví v dopravě

Tomáš Fogl

**OSOBNÍ TRANSPORTÉR A BEZPEČNOST JEHO
PROVOZU**

Bakalářská práce

2015



K622.....Ústav soudního znalectví v dopravě

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Tomáš Fogl

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Osobní transportér a bezpečnost jeho provozu**

Název tématu (anglicky): Personal Transporter Safety

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod do problematiky
- Historie osobních transportérů
- Druhy osobních transportérů a principy jejich pohonů
- Legislativa v ČR a ve světě
- Dopravní nehody
- Budoucnost osobních transportérů
- Závěr, vize pro diplomovou práci

Rozsah grafických prací: určí vedoucí práce


Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)



Seznam odborné literatury: 1) ŠACHL, Jindřich. Analýza nehod v silničním provozu. Praha : Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2010.
2) FIRST, Jiří. Zkoušení automobilů a motocyklů : příručka pro konstruktéry. Praha : S&T CZ, 2008.
3) POHL, Rudolf. Dopravní prostředky. Praha : Nadace Kristiána Josefa Willenberga, 1999.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **30. září 2013**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **24. srpna 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia


.....
doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.
vedoucí
Ústavu soudního znalectví v dopravě



.....
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.


.....
Tomáš Fogl
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....30. listopadu 2014

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zejména děkuji doc. Ing. Tomáši Mičunkovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultování bakalářské práce, které mi poskytoval po celou dobu mého studia a Ing. Martinu Samkovi z ČVUT FEL za odborné rady.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a blízkým za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na Fakultě dopravní ČVUT v Praze.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem O etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 18. srpna 2015

.....

Podpis

Anotace bakalářské práce

Název práce: Osobní transportér a bezpečnost jeho provozu

Autor: Tomáš Fogl

Typ práce: Bakalářská práce

Rok obhajoby: 2015

Vedoucí práce: doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

Ústav soudního znalectví v dopravě K622

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní

Abstrakt: Předmětem této bakalářské práce „Osobní transportér a bezpečnost jeho provozu“ je zmapování používaných typů osobních transportérů s následným rozбором jejich částí a porovnání legislativ ohledně užívání v různých zemích. Praktická část sestává z otestování vypůjčeného osobního transportéru, vyhodnocení dat pořízených během zapůjčení. A navržení podmínek, za jakých by se mohl bezpečně používat ve městech.

Klíčová slova: Osobní transportér, bezpečnost, rovnováha, gyroskop, chodec, chodník, legislativa, Segway, akcelerometr, GPS.

Abstract Bachelor´s thesis

Title: Personal transporter safety

Author: Tomáš Fogl

Document type: Bachelor thesis

Year of presentation: 2015

Supervisor: doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

Department of Forensic Experts in Transportation

Czech Technical University in Prague, Faculty of
Transportation Sciences

Abstract: The subject of this bachelor thesis „Personal transporter safety“ is presentation of different types of personal transporters, subsequent analysis of their parts and comparison of legislation concerning personal transporters in different countries. Practical part consist of testing of borrowed personal transporter, evaluation of the data collected during the test and concept of regulation that, would allow to use it safely in the city.

Key words: Personal transporter, safety, balance, gyroscope, walker, walkway, legislation, Segway, accelerometer, GPS.

Obsah

1. Úvod	9
2. Historie osobních transportérů	11
3. Princip pohonů osobních transportérů	13
3.1. Gyroskop.....	13
3.2. Dynamická stabilizace.....	14
3.3. Infokey	15
3.4. Napájení	16
3.5. Pohonné ústrojí.....	18
3.6. Senzory a indikace.....	19
3.7. Zatáčení.....	21
3.8. Pneumatiky	21
4. Druhy osobních transportérů.....	22
4.1. Segway	22
4.1.1. Segway i2 SE	22
4.1.2. Segway x2 SE	23
4.2. Honda U3-X	24
4.3. Madway	26
4.3.1. Madway City.....	26
4.3.2. Madway Offroad	27
4.3.3. Madway Ninebot One	28
4.4. Airwheel	29
4.4.1. Airwheel S3	29
4.4.2. Airwheel série Q	30
4.4.3. Airwheel série X.....	31
4.4.4. Airwheel A3	32
5. Zapůjčení osobního transportéru.....	33
6. Legislativa v ČR a v ostatních zemích	41

6.1.	Legislative v České republice	41
6.2.	Legislative ve světě	42
6.2.1.	Německo	42
6.2.2.	Velká Británie	42
6.2.3.	Rakousko	42
6.2.4.	Francie	42
6.2.5.	Nizozemí	42
6.2.6.	Irsko	42
6.2.7.	USA.....	43
7.	Dopravní nehody	44
8.	Budoucnost osobních transportérů	46
9.	Závěr.....	48
10.	Seznam použité literatury	51
11.	Seznam obrázků	55
12.	Seznam tabulek	57

Seznam použitých jednotek a zkratek

Tabulka 1 - Seznam použitých jednotek a zkratek

Zkratka/jednotka	Význam
OT	osobní transportér
IK	infokey
m	metr
s	sekunda
km/h	kilometr za hodinu
m/s	metr za sekundu
Ah	ampérhodina
V	volt
Inc.	Incorporation (z angličtiny- společnost)

Obrázky, které nejsou označené, jsou vytvořeny či pořízeny autorem práce.

1. Úvod

Po celou dobu historie se lidé snaží najít nástroje k zjednodušení svých činností. Počínaje primitivními nástroji v pradávné historii, jako byly dřevěné rycí hůlky k dobývání kořínků a hlíz, či pazourky používané později jako předchůdce nože k porcování stravy. V dnešní době jsou již vynalezeni roboti, kteří nám ulehčují práci ve všech odvětvích průmyslu, a dá se říci, že postupně nahrazují lidskou pracovní sílu. Jsou totiž rychlejší a přesnější než dovedou být lidské ruce a smysly a především mohou pracovat téměř neustále bez přerušení, to vyžadují pouze k servisním úkonům. Roboti mají nicméně také své zápory, neumějí prozatím logicky uvažovat a tak se nedovedou přizpůsobit náhlé změně situace a reagovat na ni tak jako by to udělal člověk, i když jisté pokusy o vytvoření umělé inteligence se již provádí. Tento vývoj samozřejmě zasáhl i odvětví dopravy.

Doprava je atributem lidské činnosti. Zahrnuje jednoduchý pohyb, kterým je chůze až po komplikovanou činnost za pomoci různých prostředků. Doprava je vykonávána téměř nepřetržitě v čase a prostoru. Jelikož doprava je odvětvím, které je velmi rozvinuté, nabyla na významu i její organizace. [1]

Jedním z vynálezů sloužících k usnadnění přepravy je i osobní transportér (OT), který pracuje na principu inverzního kyvadla, to znamená, že systém se neustále nachází v nestabilním stavu a k jeho stabilizaci se musí stále pohybovat a vyrovnávat tak výchyly pomocí motorů, které pohybují transportérem vpřed a vzad a udržují ho tak ve vodorovné poloze. [2]

Osobní transportér by měl usnadnit a zrychlit chůzi a postupem času nahradit automobil v přepravě na kratších vzdálenostech, kde je používání vozidla neefektivní. Jedná se např. o úseky, kde se vozidlo nestačí ohřát na provozní teplotu, nebo místa s každodenními dopravními kongescemi, jako tomu bývá v každém větším městě. Období, kdy automobil byl znakem přepychu, je již pryč a dnes si automobil může dovolit o dost větší část populace. Je také dobré zmínit fakt, že OT je v porovnání s automobilem ekologičtější, během jízdy neprodukuje žádné emise.

V dnešní době doposud není jasně legislativně definováno, kam osobní transportéry zařadit, zda spadají do kategorie vozidel, cyklistů, chodců, či zda tvoří vlastní kategorii dopravních prostředků. Do dnešní doby se OT v legislativě České republiky vůbec nevyskytují. Je pravděpodobné, že těchto zařízení usnadňující chůzi bude přibývat,

a tudíž bude nutné se tomu i ve směru právním věnovat. Jelikož autor této práce studuje na technické škole, nebude se snažit o vytvoření právních norem a vyhlášek, bude se snažit o technické zařazení osobních transportérů do kategorie, ke které budou mít dle jeho názoru nejbližší, či možné navržení jistých podmínek za jakých by se mohl OT bezpečně používat.

Dopravní legislativa je soubor pravidel, jimiž se každý účastník dopravy řídí. Účastník dopravy je v přímém vztahu s:

- Dopravním prostředkem
- Dopravní infrastrukturou
- Ostatním účastníkem dopravy [1]

Většina vztahů je upravena pomocí tohoto souboru pravidel:

- Zákony
- Vyhlášky
- Směrnice
- Předpisy
- Normy
- Nařízení [1]

V této bakalářské se autor bude především zabývat OT od společnosti, která stála na začátku této éry vývoje osobních transportérů usnadňujících lidem chůzi. Ukázala veřejnosti jistý náhled do budoucnosti osobní přepravy. Jedná se o firmu Segway Inc..

Jelikož se v této práci zabývám i bezpečností provozu OT, je důležité si objasnit, co význam bezpečnost obnáší.

Bezpečnost je vlastnost objektu. Pokud objekt považujeme za bezpečný, nesmí ohrožovat lidské zdraví nebo životní prostředí při plnění předepsané funkce po stanovenou dobu a za stanovených podmínek. [3]

Segway je podstatné jméno, které se skloňuje podle mužského vzoru STROJ, jeho význam pochází z italštiny, kde „segue“ znamená plynulost. [4] [5]

2. Historie osobních transportérů

Mezi nejstaršího průkopníka v tomto odvětví druhu dopravy by se dal zařadit první model OT od firmy Segway Inc. nesoucí označení Segway PT p133 (Obrázek 1). Ten byl představen veřejnosti 3. prosince 2001 v pořadu americké televize ABC News. Jednalo se o vynález, o kterém nikdo nevěděl, jak ho lidé budou vnímat. Jak se však dalo předpovídat, efekt na lidi byl velice dobrý a tak se firma se začala více a podrobněji tímto konceptem zabývat. Od té doby se začal osobní transportér zdokonalovat ve všech směrech. Původní myšlenka transportéru však zůstává pořád stejná, jízda na dvou kolech umístěných paralelně vedle sebe se zabudovanou elektronikou, která vyhodnocuje naklonění nášlapné plochy a vyrovnává ji do vodorovné roviny. [6]



Obrázek 1 - Segway PT p133 [7]

V první generaci Segwaye, která již zdokonalovala předchozí model v systému vyhodnocování polohy, je zatáčení vyřešeno otočným kroužkem na řídicích. Jsou známy ve dvou variantách i180 (jedná se o verzi do města) a XT (verze do terénu, která disponuje širšími pneumatikami s větším průměrem a hloubkou dezénu). Tohoto rozdělení se společnost drží i do dnešní doby, vždy jsou v nabídce modely, které jsou vhodné buď do městského provozu, nebo do terénu. Tyto modely se začaly pomalu dostávat

do povědomí veřejnosti především díky nestandardnímu typu cestování, za kterým se každý kdo ještě nic podobného neviděl, zvědavě otočí. Vzhledem ke spolehlivému a nízkonákladovému provozu (pokud nezapočítáváme nákupní cenu) se staly konceptem, který měl velký potenciál. [6]

I když na počátku vývoje technologie stojí firma NASA, za skutečného vynálezce Segwaye je považován Dean Kamen, tvůrce technologie tzv. dynamické stabilizace, která kopíruje pohyb jezdce, jako je náklon vpřed a vzad. [6]

Další generace Segwaye se veřejnosti předvedla v roce 2006. Konstrukteři vyměnili otočný kroužek na řídicích za výkyvná řídicí, která jsou pro jezdce intuitivnější, dále vyměnili méně odolné plasty, které se často lámaly, za plasty s lepšími technickými vlastnostmi a v neposlední řadě upravili design. [6]

Zákazníci v naší zemi se mohli Segwaye dočkat ihned po zahájení sériové výroby, jelikož firma investovala nemálo peněz do prezentace výrobku, byl celosvětově znám a pobočky se otvíraly v každé vyspělejší zemi. I to je důvodem, proč je Segway v porovnání s ostatními konkurenčními produkty dražší, v jeho ceně je poměrně velká procentuální část, která financuje reklamu, díky které se stal prvním a úspěšným. [6]

Existují i další společnosti, které nyní prodávají podobné OT jako je Segway, důležité je ale poznamenat, že firma Segway Inc. je první, která si nechala veškerou technologii patentovat a je mezi veřejností známa nejvíce.

3. Princip pohonů osobních transportérů

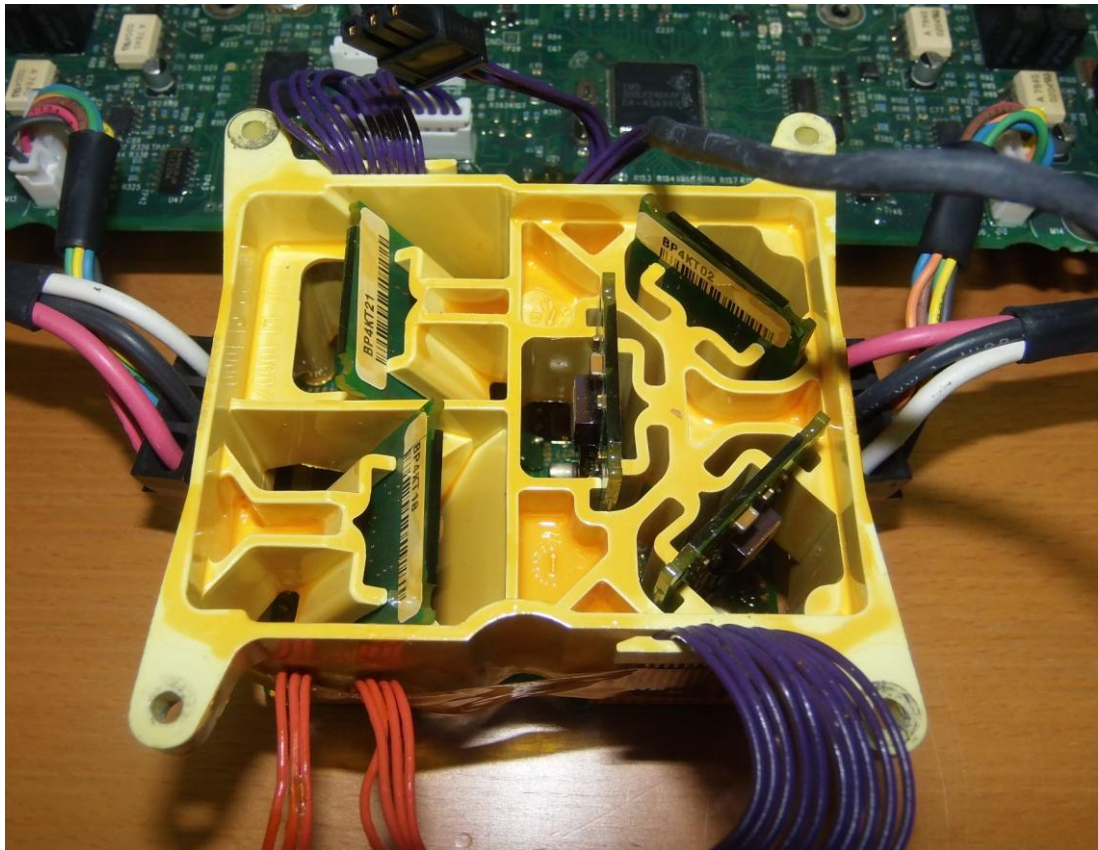
V následující kapitole rozeberu jednotlivé díly OT do funkčních celků. Pro rozbor jsem si vybral zařízení Segway, jelikož stál na počátku této éry, ostatní OT pracují na obdobném principu, a mnohdy se i samotnému Segwayi podobají. Rozbor jednotlivých částí se bude věnovat Segwayi i2 SE.

3.1. Gyroskop

Gyroskop byl objeven na počátku 18. století a roku 1852 se teprve dostal do veřejného povědomí díky Leonu Foucaultovi, který na něm demonstroval rotaci zemské osy a dal mu i jeho dnešní jméno. [8]

Gyroskop je mechanismus pracující na principu setrvačnicku, těžké kolo se otáčí v ložiscích s nepatrným třením. Když se roztočí setrvačnick, tak klade odpor na změnu osy jeho rotace. Otáčející se setrvačnick má moment hybnosti, takže jeho osa bez působení vnějších sil udržuje stále stejný směr. Gyroskop je i poměrně jednoduché zařízení, gyroskopem můžeme nazvat jakékoliv těleso, které má tendenci si zachovat svou osu rotace díky svému momentu setrvačnosti. Tomuto jevu se říká gyroskopický efekt a dochází k němu hlavně v případech, kdy je hmotnost setrvačnicku soustředěná po obvodu. Gyroskopem pak může být například i obyčejné kolo od bicyklu, motorky či jiného dopravního prostředku. Je to tedy zařízení, které dokáže určit svoji orientaci v prostoru. Čím větší průměr rotoru, tím je gyroskopický efekt větší. Gyroskopický efekt se také zvyšuje s otáčkami rotoru - tedy čím větší rychlost, tím je gyroskopický efekt silnější. Obvykle je setrvačnick uložen v tzv. Cardanových závěsech, ti jsou specifické tím, že mají 3 stupně volnosti. Pro své vlastnosti je hojně využíván např. v letectví (tzv. umělý horizont. [8]

Gyroskop je srdcem celého ovládání, v Segwayi jich je umístěno pět. Ty každou vteřinu vyhodnocují stokrát polohu plošiny a snaží se ji přes výkonné servomotory uvést do rovnovážné polohy, ať už jezdec jede do kopce, z kopce nebo po rovině. [9]



Obrázek 2 - fotografie zabudovaných gyroskopů

3.2. Dynamická stabilizace

Dynamická stabilizace je klíčem k fungování Segwaye. Tvůrce Dean Kamen při navrhování této vlastnosti použil základní principy, které jsou nám všem velice dobře známy, a tím je lidské tělo. [9]

Pokud si člověk stoupne vzpřímeně a nakloní se dopředu, vnitřní ucho pomocí svých nervových spojení vyhodnotí náklon a člověk bezmyšlenkovitě předkročí nohou, většinou tou ke které má větší důvěru, pokud by zakročil, bylo by tomu obdobně. A takto je tomu i u Segwaye, servomotory se snaží podjet vozítko s jezdcem a navrátit je do vzpřímené polohy. Pokud se tedy budeme naklánět více a více, Segway bude zvyšovat rychlost až do maximální rychlosti, kterou může dosáhnout. Dynamická stabilizace je tedy softwarová problematika. [9] [10]

3.3. Infokey

Každý Segway je vybaven unikátním infokeyem (IK), přes který jej lze ovládat a číst měřené parametry, které ve svém vestavěném počítači shromažďuje. Jde například o čas, datum, aktuální rychlost, průměrnou rychlost, délku ujeté trasy a celkovou ujetou dráhu Segwaye od prvního spuštění. Přes IK lze také segway uzamknout, buď přímo tlačítkem, nebo vzdálením se o více jak 5 m, kde již nelze navázat spojení. Je to podobné zařízení, jako klíč od automobilu. IK je vybaven na zadní straně klipsem pro připevnění na řídítka Segwaye.



Obrázek 3 - samostatný IK



Obrázek 4 - držák pro IK

3.4. Napájení

Každý doposud vyráběný Segway je napájen dvěma akumulátory, které se nacházejí pod nášlapnou plochou. Akumulátory musejí být alespoň z části nabitě, jinak se Segway nevede do provozu. Začne pouze blikat dioda, která signalizuje úroveň nabití baterie. Segway se také nezapne, pokud nejsou zapojeny oba akumulátory do obvodu a umístěny na správném místě. Doba napájení je odvozena od úrovně nabitě baterie. Zcela vybitá baterie se nabíjí 8 hodin.



Obrázek 5 - fotografie spodní části Segwaye s bateriemi

Baterie jsou umístěny pod kostrou vozítka mezi koly. Nejsou ničím chráněny, a tak velice často dochází k jejich poškození v důsledku najetí na vyvýšeninu, která bateriím odlomí jejich konektory. Toto rozhodnutí je na výrobci, nicméně z mého pohledu by bylo vhodné před baterie umístit ochranný prvek, který by zmírnil dopady nárazu a zamezil znehodnocení baterie, která stojí kolem 26 000 Kč.



Obrázek 6 - fotografie spodní části Segwaye bez baterií

Po odšroubování 2 baterií se objeví nosná kostra celého zařízení - hliníková konstrukce, na kterou jsou přimontovány veškeré další komponenty.

Baterie použité v Segwayi i2 SE, který je na fotografiích mají parametry:

- Typ: Saphion Lithium-Iontová baterie
- Napětí: 73,6 V
- Kapacita: 5,2 Ah



Obrázek 7 - fotografie užitě baterie

Jako veliké plus je vestavěný akumulátor s vestavěnou nabíječkou přímo v zařízení, tudíž je zapotřebí k nabíjení pouze klasický napájecí kabel k PC, který se jedním koncem připojí do zařízení a druhým do elektrické zásuvky.



Obrázek 8 - fotografie propojovacího konektoru napájení

3.5. Pohonné ústrojí

Segway v sobě ukrývá dva výkonné krokové motory, které dodávají transportéru výkon 1,5 kW z každého motoru. Hlavní výhodou je nulové vypouštění emisí. Motor je přimontován k převodovému ústrojí, které má převodový poměr 1/24 a dále z převodovky ke kolu Segwaye. [11] [12]



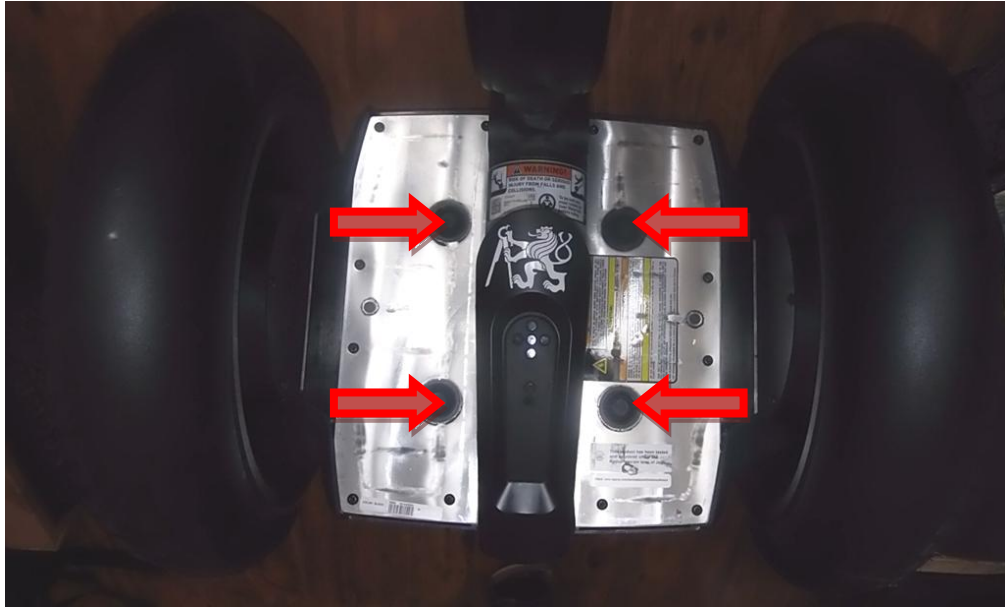
Obrázek 9 - motor a převodovka [12]



Obrázek 10 - převodovka [12]

3.6. Senzory a indikace

Na nášlapné ploše pod ochrannou gumovou nášlapnicí jsou 4 senzory, které mají za úkol zjistit, zda je řidič na místě. Kdyby řidič během jízdy spadl, senzory to zaznamenají a okamžitě transportér vypnou. A také fungují jako jistý zabezpečovací prvek. Jezdec, který se pohybuje na zařízení, musí mít minimální hmotnost 30 kg a maximální 117 kg. Pokud by se jezdec nevešel do daného rozmezí, Segway se nevede do provozu. [13]



Obrázek 11 - senzory na nášlapné ploše

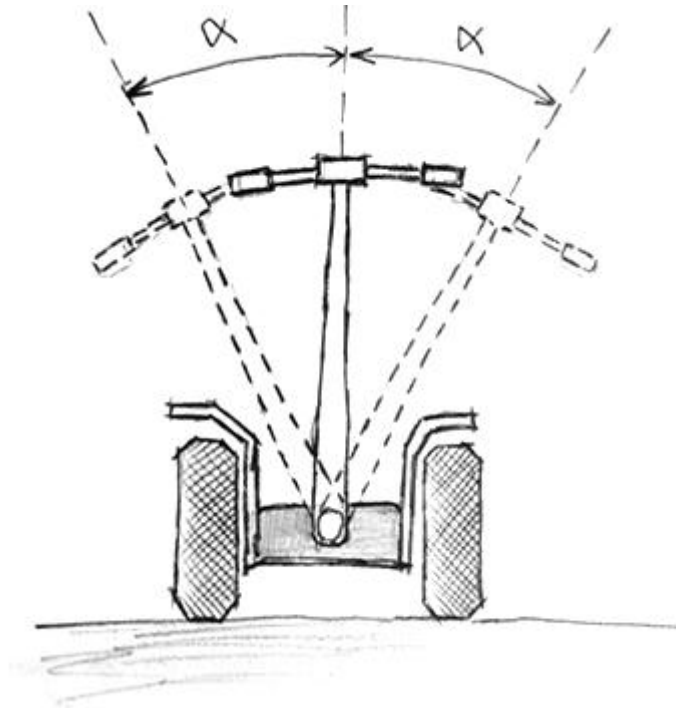
Uprostřed nášlapné plochy se nachází indikační diody. Horních 5 diod v barevném provedení zelená a červená signalizují úroveň náklonu. Nastoupení na Segway je možné pouze pokud svítí jediná dioda, která se nachází uprostřed, a zařízení se tedy nachází ve vodorovné poloze. Diody fungují i během jízdy, a tak v každém okamžiku znázorňují náklon. Spodní 2 diody slouží ke znázornění úrovně nabití baterií.



Obrázek 12 - indikační diody

3.7. Zatáčení

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, zatáčení je na novém typu Segwaye řešeno výkyvnými říditky. Kloub je umístěn na nášlapné ploše. Říditka tedy neobsahují žádný akční prvek, kterým by se zrychlovalo, to je založeno na principu naklánění celé osoby. Slouží k zatáčení do stran a jako opora jezdce při jízdě.



Obrázek 13 - schéma výkyvných řídítek

3.8. Pneumatiky

Segway používá dvě bezdušové pneumatiky. Popisovaný Segway má pneumatiky o rozměru 80 / 80 - R14, ty jsou nasazeny na plných hliníkových ráfcích.



Obrázek 14 - fotografie použitých pneumatik

4. Druhy osobních transportérů

V následující kapitole uvedu aktuální nabídku osobních transportérů od firmy Segway i od dalších výrobců kteří mohou nabídnout konkurenceschopné, či jinak zajímavé zařízení. Ke každému stroji uvedu základní informace.

4.1. Segway

Firma Segway disponuje hned několika modely, které se liší tím, kde se chystáme jej používat. Všechny modely se cenově pohybují kolem částky 200 000 Kč bez dalšího příslušenství.

4.1.1. Segway i2 SE

Segway i2 SE je městský model. Jedná se o základní model OT bez ostatního příslušenství. Tento model je dále využit pro ostatní specifické modely přizpůsobené pro různé druhy využití, např. model Segway i2 SE Logistics Cargo Case Power má nad koly umístěny voděodolné boxy, na řídicích uzamykatelný kufřík a držák na řídicích pro mobilní telefon či navigaci s možností dobíjení pomocí USB rozhraní. [14]



Obrázek 15 - Segway i2 SE [15]

Tabulka 2 - parametry Segwaye i2SE [15]

Maximální rychlost	20 km/h
Celková nosnost	118 kg
Rozměr základny	48 x 63 cm
Velikost kol	48 cm
Váha	47,7 kg
Typ baterie	lithium- iontové
Dojezd	38 km, podle terénu a stylu jízdy

4.1.2. Segway x2 SE

Segway x2 SE je terénní obdoba transportéru Segway. Díky dezénu pneumatik se pohybuje snadněji v terénu, má širší rozchod kol, tudíž je v náklonu stabilnější. Jak tomu bylo i u verze i2 SE, je i x2 SE základním můstkem pro další možné varianty. Například model nesoucí označení Segway x2 SE Silent Hunter Cargo Case POWER Camo je model uzpůsobený pro lovecké výpravy, myslivost a vše co k ní patří. Nad koly jsou uzamykatelné, omyvatelné boxy dále integrované pouzdro na pušku, maskované motivy na celém OT znesnadňují odhalení v přírodě. [16]



Obrázek 16 - Segway x2 SE [17]

Tabulka 3 - Parametry Segwaye x2 SE [17]

Maximální rychlost	20 km/h
Celková nosnost	118 kg
Rozvor	53,34 x 83,82 cm
Váha	54 kg
Typ baterie	lithium- iontové
Dojezd	19 km, podle terénu a stylu jízdy

4.2. Honda U3-X

Honda v roce 2009 předvedla veřejnosti OT nesoucí název Honda U3-X. Zařízení umožňuje jezdcům si pohodlně sednout a pouze pomocí náklonu svého těla ovládat jeho jízdu. [18]



Obrázek 17 - Honda U3-X [19]

Model je specifický tím, že umožňuje jet z místa ihned jakýmkoli směrem bez nutnosti otáčení. To je způsobeno pomocí velkého kola, na kterém jsou příčně namontována po obvodu menší kola. Ta se mohou otáčet, aniž dochází k otáčení velkého kola.

Koncepce je navržena tak, aby byla pro uživatele co nejpřívětivější a aby neohrožovala nikoho ve svém okolí. Toho se podařilo dosáhnout především pomocí výšky posedu řidiče. Při jízdě je jeho výška srovnatelná s osobou, která stojí a jezdec se cítí bezpečně i díky tomu, že ze sedadla se snadno dosáhne na zem. [20]



Obrázek 18 - Velké kolo Hondy U3-X s menšími kolečky [21]

Tabulka 4 - Parametry Hondy U3-X[20]

Rozměry	315 x 160 x 650 mm
Váha	10 kg
Typ baterie	lithium- iontové
Maximální rychlost	6 km/h
Doba provozu	1 hod

Jedná se však jen o prototyp, který si nelze pořídit, není ani jasné na kolik by zařízení vyšlo. Společnost Honda jen uvedla, že bude pokračovat ve výzkumu a vývoji tohoto OT a to včetně praktických zkoušek, kde si sami lidé budou moci vyzkoušet novinky a tím i pomoci Hondě jakožto zkušební jezdcí. [22]

4.3. Madway

Společnost Madway je pravděpodobně nejvíce konkurenční firmou, která se zabývá výrobou OT. I název firmy by mohl někomu připadat zavádějící. Obdobně jako zařízení Segway je i Madway konstruován pro různé typy cest a míst, kde se bude používat. Madway se velice podobá designem OT od značky Segway. Jejich cena je v porovnání s originálními vozítky přibližně o čtvrtinu nižší, stojí tedy okolo 150 000 Kč. [23]

4.3.1. Madway City

Madway City je OT vhodný do města, je konstruován na zpevněné cesty a chodníky. Ideálním použitím je dle výrobce dojíždění do práce, či přejíždění v halových prostorách, kde by člověk během dne nachodil několik kilometrů. [24]



Obrázek 19 - Madway City [24]

Tabulka 5 - Parametry Madwaye City [24]

Maximální rychlost	20 km/h
Celková nosnost	120 kg
Váha	55 kg
Typ baterie	2ks lithium- iontové
Dojezd	40 km, podle terénu a stylu jízdy
Cena	145 000 Kč

4.3.2. Madway Offroad

Model Offroad je vhodný pro jízdu v terénu a po nebezpečných částech komunikací. Jeho konstrukce je stejná jako model City, má širší rozchod kol a nízkotlaké pneumatiky s hlubokým dezénem, které usnadňují jeho jízdu. [25]



Obrázek 20 - Madway Offroad [25]

Tabulka 6 - Parametry Madway Offroad [25]

Maximální rychlost	20 km/h
Celková nosnost	120 kg
Váha	55 kg
Typ baterie	2ks lithium- iontové
Dojezd	30 km, podle terénu a stylu jízdy
Cena	155 000 Kč

4.3.3. Madway Ninebot One

Tento model nesoucí název Ninebot One je také, jako později zmíněný model od jiné firmy, přelomovým řešením v oblasti dopravy osob. Jeho jedno kolo spolu s gyroskopy a elektronikou propleteném zařízením stačí k tomu, aby osoba mohla stroj bezpečně ovládat. Ninebot One funguje stejně jako ostatní OT pouze na principu vyrovnávání náklonu jezdce. Výrobce vyrábí dvě varianty modelu s označením C a E, které se liší použitými součástmi. Pro představení jsem si vybral dražší variantu E. [26]



Obrázek 21 - Madway Ninebot One [26]

Tabulka 7 - Parametry Madwaye Ninebot One [26]

Maximální rychlost	17-20 km/h
Celková nosnost	120 kg
Velikost pneumatik	40,6 cm
Váha	13,8 kg
Dojezd	30 km, podle terénu a stylu jízdy
Cena	30 000 Kč

4.4. Airwheel

Firma Airwheel nabízí všemožné druhy OT za přijatelnější ceny. Jejich nabídka produktů je velice různorodá. Firma je nováčkem ve svém oboru a tak se snaží propagovat svá zařízení na všemožných akcích, kde si je lidé mohou vyzkoušet.

4.4.1. Airwheel S3

Airwheel S3 je model velice podobný výrobku Segway. Pokud by nabízel i takovou manévrovatelnost a spolehlivost, mohl by se tak díky menší hmotnosti a především díky nižší ceně (necelých 50 000 Kč) stát konkurenčním zařízením, které je pro veřejnost dostupnější. [27]



Obrázek 22 - Airwheel S3 [28]

Tabulka 8 - parametry Airwheelu S3 [27]

Maximální rychlost	18 km/h
Celková nosnost	136 kg
Velikost pneumatik	36 cm
Váha	22,4 kg
Dojezd	35-50 km, podle terénu a stylu jízdy
Cena	49 000 Kč

4.4.2. Airwheel série Q

Společnost Airwheel přišla s poněkud netradičním způsobem dopravy, je to přelomové řešení, které si určitě zaslouží pozornost a mohlo by již opravdu usnadnit pohyb osob po městě. Má 2 kola umístěna těsně vedle sebe, která se mohou nezávisle na sobě otáčet a díky tomu také zatáčí. Člověk si jednoduše stoupne na pedály a po dosažení cíle si jednoduše může tento OT díky malé váze odnést. Dle informací na stránkách výrobce mu nevadí ani menší nerovnosti terénu. Série Q se vyrábí s různými typy výkonných motorů a kapacitou baterií, jako příklad jsem vybral model Airwheel Q3. [29]



Obrázek 23 - Airwheel Q3 [29]

Tabulka 9 - Parametry Airwheelu Q3 [29]

Maximální rychlost	18 km/h
Celková nosnost	136 kg
Velikost pneumatik	36 cm
Váha	14,5 kg
Dojezd	35-50 km, podle terénu a stylu jízdy
Cena	28 000 Kč

4.4.3. Airwheel série X

Tato série má pouze jedno kolo, ovládá se jen náklony jezdce. Firma doporučuje začínajícím jezdcům, aby používali tréninková přídržná kolečka, která se namontují zespodu na pedály. I zde je možnost zakoupení variant s různým typem výkonného motoru a kapacit baterie. Pro představení jsem si vybral model nesoucí označení Airwheel X3. [30]



Obrázek 24 - Airwheel X3 [30]

Tabulka 10 - Parametry Airwheelu X3 [30]

Maximální rychlost	18 km/h
Celková nosnost	136 kg
Velikost pneumatik	36 cm
Váha	14,5 kg
Dojezd	35-50 km, podle terénu a stylu jízdy
Cena	22 000 Kč

4.4.4. Airwheel A3

Tento model je novinkou na poli OT. Jeho premiéra byla dne 18. 6. 2015. Kombinuje jízdu na kole s jízdou na samovyrovnávacím zařízení. Toto spojení bude pro uživatele pohodlnější, jezdec sedí jako na kole. Ovšem přední kolo zde chybí. Vyrovnávání jízdy zabezpečuje elektronika spolu s gyroskopy. Airwheel A3 má také display na kterém v reálném čase zobrazuje jízdní parametry. Zatáčení je řešeno pootočením řídicích páček, motory poté jedno kolo zrychlí či zpomalí a následně dojde ke změně směru jízdy. Model také disponuje brzdovými a směrovými světly a tak je snadnější pro okolí předpovídat jeho jízdu. Jelikož se jedná o novinku, není prozatím ani známa cena. [31]



Obrázek 25 - Airwheel A3 [31]

Tabulka 11 - Parametry Airwheelu A3 [31]

Maximální rychlost	16 km/h
Nosnost	120 kg
Dojezd	65 km, podle terénu a stylu jízdy

5. Zapůjčení osobního transportéru

Zapůjčení osobního transportéru se uskutečnilo dne 9. 7. 2015. Během zapůjčení Segwaye i2 SE si bylo možné osvojit zacházení s OT a vytvořit si názor na danou problematiku. Přesvědčit se zda je ovládání opravdu natolik intuitivní, jak výrobce udává a to i bez předchozích zkušeností. Jízda na OT probíhala v Praze jak na chodnících, tak i v silničním provozu.

Měření hodnot mělo dvě fáze. V první fázi, kterou budeme nazývat: „běžná jízda“ se jezdec snažil o komfortní jízdu bez zbytečného riskování. Oproti tomu jízdu, kterou budeme nazývat: „ostrá jízda“, je jízda, při níž se jezdec snažil docílit maxim.

Na konci měření také došlo k porovnání jízdy osoby, která již měla zkušenost s jízdou na OT s osobou, která na OT ještě nikdy nestála.

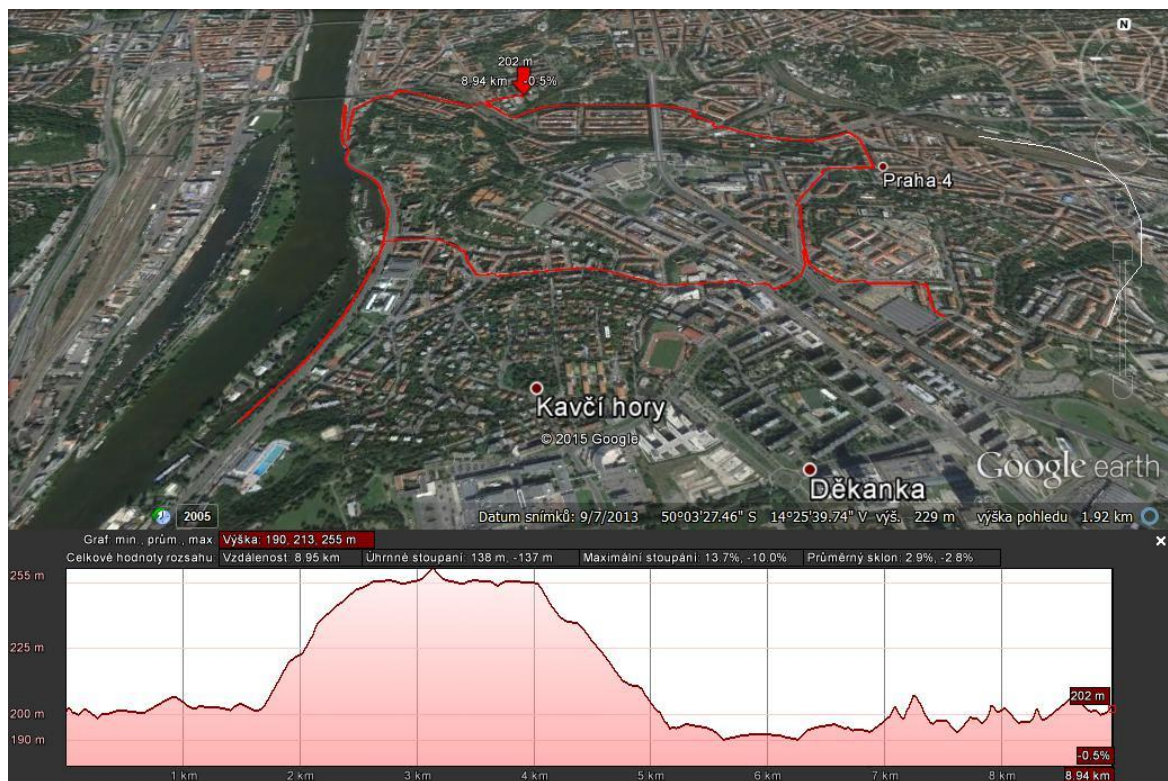
V následující kapitole shrnu poznatky z tohoto zapůjčení a zpracuji veličiny, které se podařilo pomocí akcelerometru změřit.



Obrázek 26 - fotografie zapůjčeného Segwaye i2 SE s jezdcem

Během jízdy byla poloha Segwaye a jeho rychlost s akcelerací zaznamenávána akcelerometrem s GPS senzorem Xsens MTi-G. Délka projížďkové trasy byla změřena na vzdálenost 8,94 km se startem i cílem v ulici Horské na Praze 2, kde sídlí ČVUT FD.

Následující mapa (Obrázek 27) zobrazuje zaznamenanou polohu během jízdy pomocí GPS senzoru a následné převedení pomocí programu Google Earth do mapového podkladu. Součástí vyhodnocení je i výškové vedení trati.



Obrázek 27 - mapa trasy

Z naměřených dat se postupnou úpravou pomocí programu National Instruments DIAdem získala výsledná data, ze kterých se vytvořily pro zjednodušení grafy. Byly použity následující úpravy:

1. Fourierova transformaci – nalezení hraniční frekvence pro filtraci
2. Filtrace – dolní propust, 3 Hz, Butterworthův filtr 4. Řádu

Výsledné hodnoty jsou uvedeny v grafech. Jelikož naměřených dat bylo mnoho, došlo k vyhodnocení pouze začátku měření a to v časovém úseku 0 až 12,5 minut v případě normální jízdy a 0 až 1,75 minut v případě ostré jízdy.

Měření se potýkalo také s jistými problémy a to především nutnosti propojení měřicí techniky s notebookem, ve kterém se zaznamenávaly naměřené údaje. Notebook byl umístěn v batohu jezdce, kam byly i vedeny kabely od senzorů. Vlivem jízdy docházelo k tahání za kabely a ty se odpojovaly z USB portu. Bylo tedy třeba po cca 10 min zkontrolovat notebook, zda nevykazuje chybu měření. A následně v případě zastavení měření znovu nastavit a spustit.

Při opakovaném měření v magisterské práci by bylo dobré umístit notebook pevně na Segway a zamezit pohybům kabelů.

Na obrázku (Obrázek 28) je vyobrazen použitý akcelerometr.



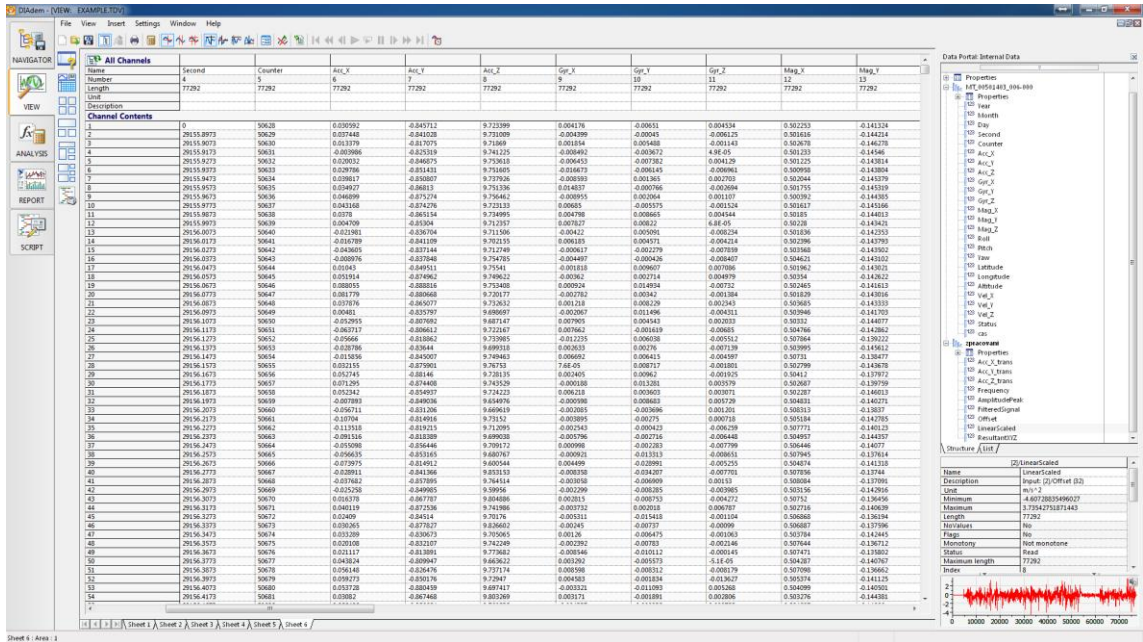
Obrázek 28 - akcelerometr

Na obrázku níže (Obrázek 29) je vyobrazen Segway s umístěnou měřicí technikou. Na řídítkách je umístěn GPS senzor k zaznamenávání polohy, ten měl být dle manuálu co nejvíce vzdálen od akcelerometru, aby bylo měření přesné. GPS senzor je poté propojen s akcelerometrem, který je přimontován na gumovou nášlapnici, ten měl být umístěn co nejbližší těžišti soustavy. Akcelerometr je poté spojen s notebookem ukrývajícím se v batohu jezdce.



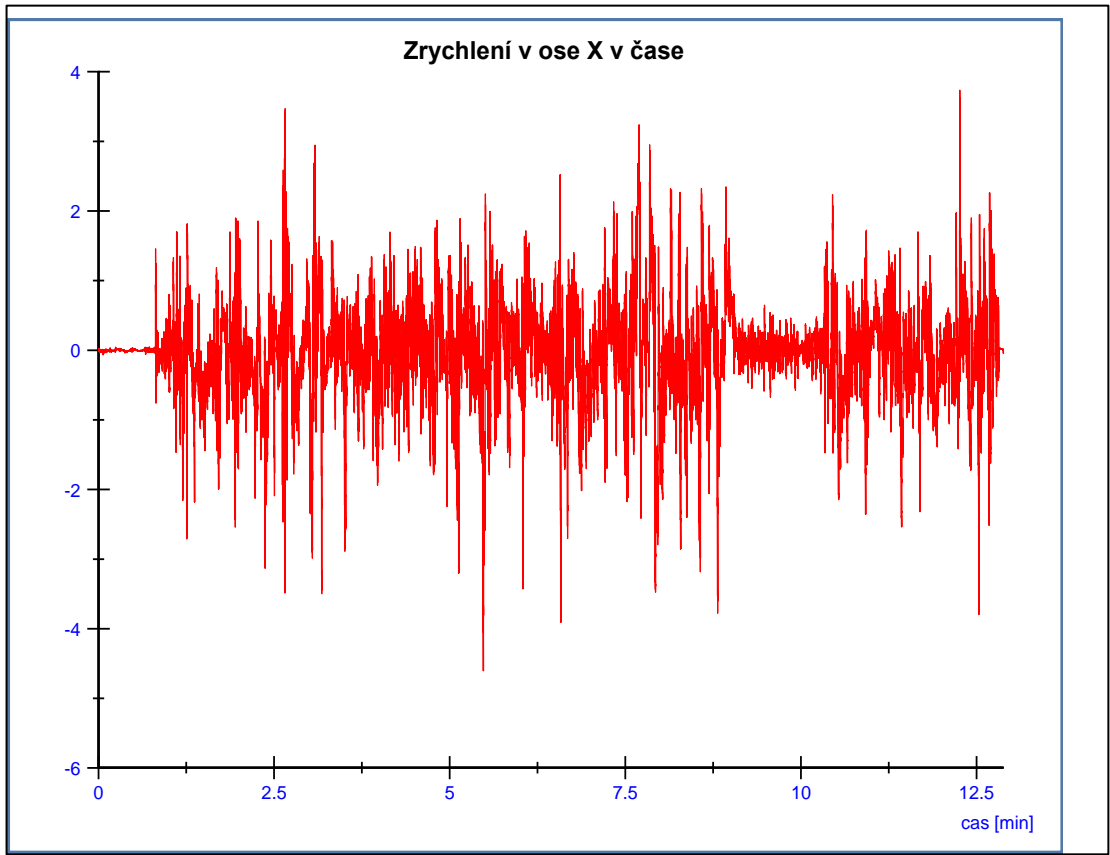
Obrázek 29 - fotografie Segwaye s měřicím zařízením

Na následujícím obrázku (Obrázek 30) je ukázka naměřených dat, snímací frekvence byla nastavena na 0,01 s. To je běžná frekvence, která se používá při měření rychlostí, či zrychlení u automobilů.



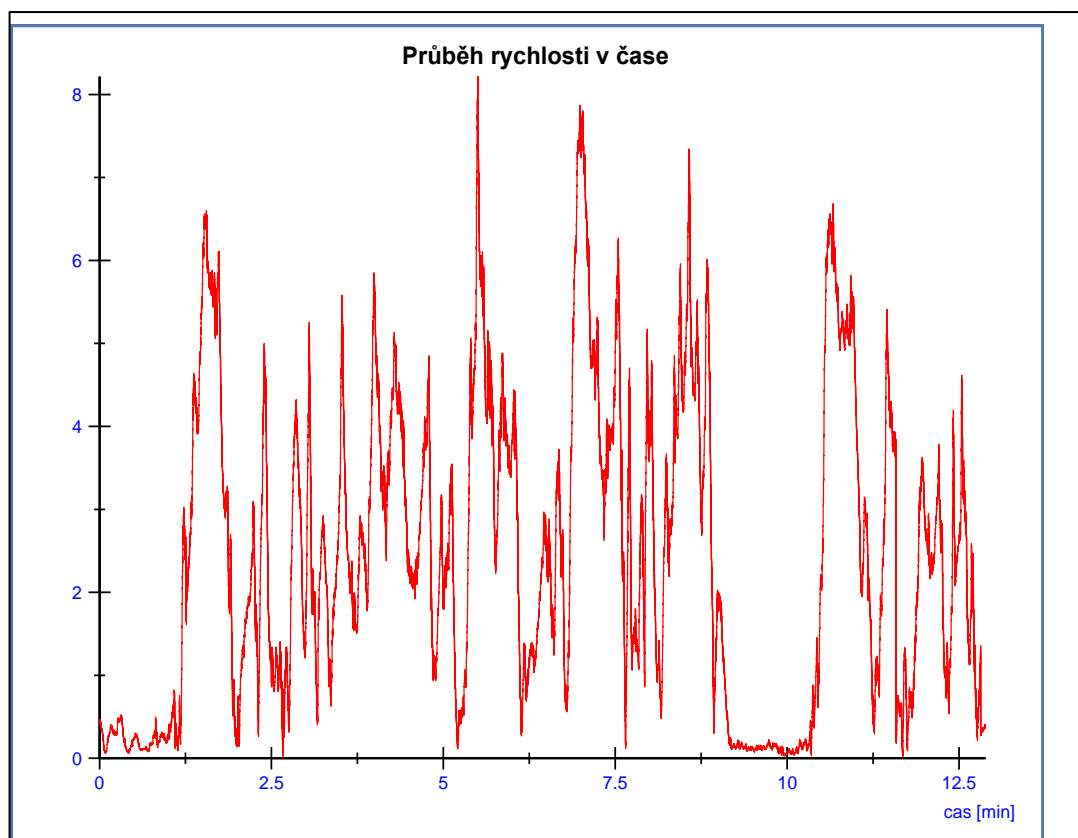
Obrázek 30 - ukázka naměřených dat

Následující měření je vyhodnocení „normální jízdy“, kdy jezdec dbal na komfort jízdy.



Obrázek 31 - graf zrychlení

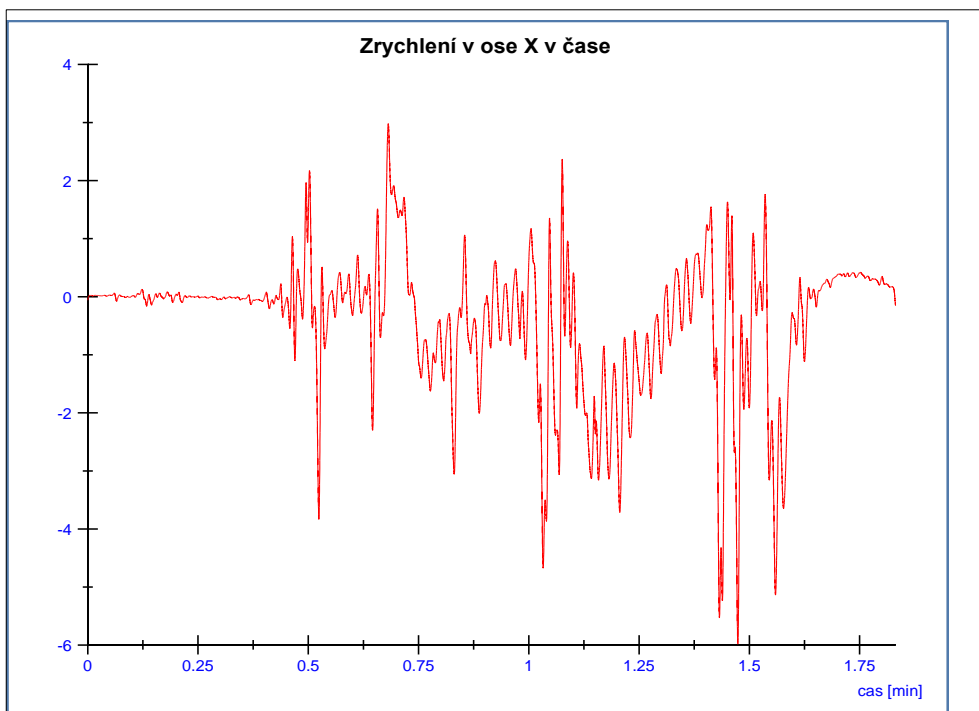
Z předešlého grafu (Obrázek 31) vyplývají hodnoty pro zrychlení pohybující se v rozmezí $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ až $3,74 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a pro deceleraci $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ až $-4,61 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$



Obrázek 32 - graf rychlosti

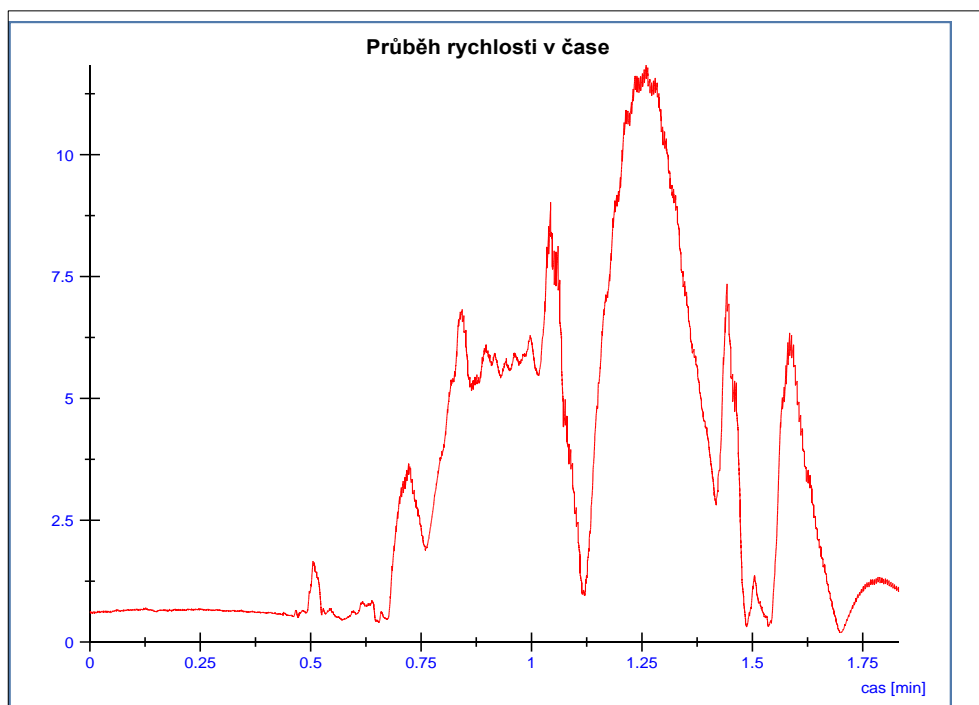
Z grafu (Obrázek 32) vyplývá, že hodnoty rychlosti dosahují hodnot $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ až $8,21 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Pokud bychom vzali v úvahu hodnoty stanovené výrobcem, mohli jsme dosáhnout maximální hodnoty $5,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Tento rozdíl může být způsoben pouze chybou měření. Chyba se vyskytuje ve zdrojových datech a nelze zpětně určit, jak vznikla. Jelikož vyhodnocení proběhlo v době, kdy již Segway byl vrácen, nemohlo dojít k novému měření. Hodnoty dosahují přibližně dvojnásobku oproti očekávaným hodnotám.

Následující vyhodnocení se zabývá „ostrou jízdou“, kdy se jezdec snažil o dosažení maximálních hodnot na konci dne. To si již osvojil zacházení se Segwayem a nebál se plně přenesení váhy na stroj při naklonění vpřed.



Obrázek 33 - graf zrychlení

Z předešlého grafu (Obrázek 33- graf zrychlení) vyplývají hodnoty pro zrychlení pohybující se v oblasti $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ až $2,98 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ a pro deceleraci $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ až $-5,98 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

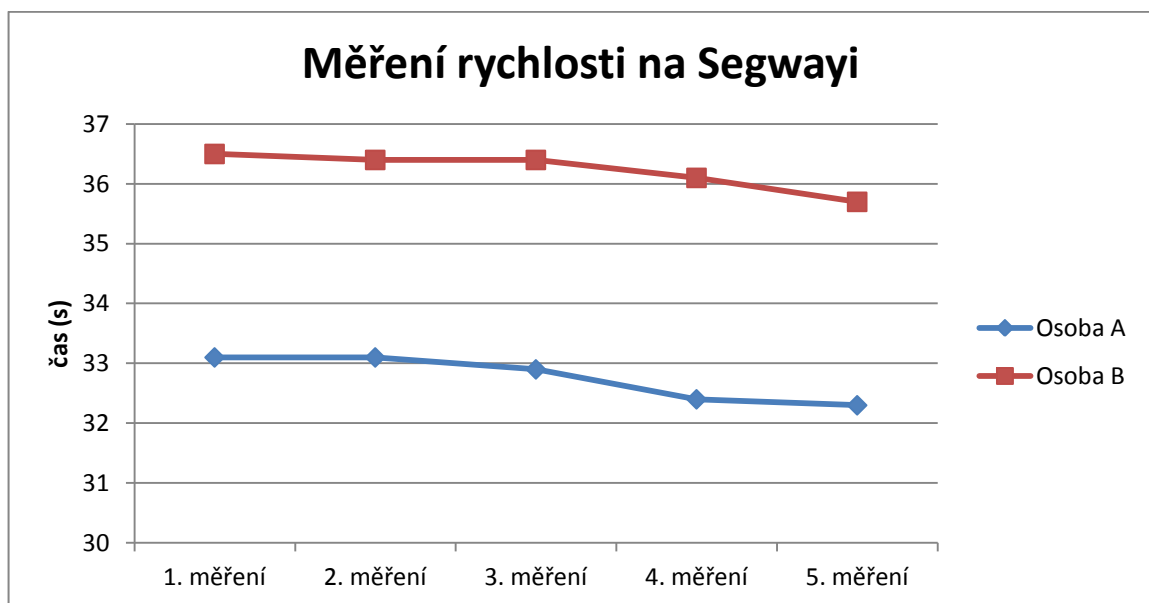


Obrázek 34 - graf rychlosti

V grafu (Obrázek 34) dosahují hodnoty rychlosti $0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ až $11,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Pokud bychom vzali v úvahu hodnoty stanovené výrobcem, mohli jsme dosáhnout maximální hodnoty $5,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Tento rozdíl může být způsoben pouze chybou měření. Chyba se vyskytuje ve zdrojových datech a nelze zpětně určit, jak chyba vznikla. Jelikož vyhodnocení proběhlo v době, kdy již Segway byl vrácen, nemohlo dojít k novému měření. Hodnoty dosahují přibližně dvojnásobku oproti očekávaným hodnotám.

Při porovnání výsledků měření z obou jízd je tedy patrné, že se na konci dne dosahovalo o trochu lepších hodnot a to především v dosahování větší rychlosti.

Na konci měření došlo ještě k jednomu experimentu, kdy se měření zúčastnily dvě osoby. Osoba A, která již měla možnost se na Segwayi projet a osoba B, která na Segwayi nikdy nestála. Experiment probíhal tak, že se vyznačil úsek o vzdálenosti 50 m. Měření probíhalo odstartováním a jízdou 50 m vpřed s následnou otočkou a jízdou 50 m zpět, kde byl odměřen čas. Na zrychlování mělo největší podíl otáčení, které jízdu nejvíce zpomalovalo.



Obrázek 35 - Měření rychlosti na Segwayi

Jak je z grafu (Obrázek 35) patrné, v obou případech dochází k nepatrnému zlepšení. Je také zajímavé si povšimnout faktu, že osoba, která neměla prakticky žádné zkušenosti s ovládáním Segwaye dosahovala na trati o délce 100 m času o 4 vteřiny větší než zkušenější jezdec, což není vůbec špatné. Vyplývá z toho závěr, že zařízení je opravdu velice intuitivní a snadno se ovládá.

6. Legislativa v ČR a v ostatních zemích

6.1. Legislativa v České republice

V České republice prozatím neplatí žádný zákaz používání OT, i když je to velice diskutované téma především v Praze, kvůli vzrůstajícím stížnostem ze strany chodců. Praha je také jediné české město, kde se vyskytly problémy s OT v dopravě, je tedy dle mého názoru zbytečné zavádět celorepublikové zákazy či zákony které by regulovaly používání těchto OT lidmi na projížďkách po turisticky atraktivních trasách.

Pohled českých zákonů na problematiku OT je tedy ke dni 27. 7. 2015 takový, že se jedná o chodce. Jezdec na Segwayi tedy prozatím může jezdit po chodníku a nehrozí mu žádný trestní postih. Zařízení ovšem musí být použito v režimu „CHŮZE“. Jezdec si musí dle paragrafu 53 ze sbírky Zákon o silničním provozu počínat tak, aby neohrozil ostatní osoby užívající chodník. Dále je v pravomoci jednotlivých měst možnost zakázat v problémových úsecích provoz těchto zařízení dopravní značkou. Jelikož doposud není značka s OT vytvořena, používá se svislá dopravní značka B30 (Zákaz vstupu chodců) s dodatkovou tabulkou: JEN ZAŘÍZENÍ SEGWAY, jako je tomu na pražské Kampě, viz foto (Obrázek 36). [32] [33]



Obrázek 36 - svislá dopravní značka v Praze na Kampě [34]

6.2. Legislativa ve světě

Následující kapitola je zaměřená na úpravu legislativy pro OT v uvedené zemi. Jsou vybrané země, ve kterých se prokazatelně touto problematikou zabývali, a také došlo k jisté úpravě legislativy.

6.2.1. Německo

V Německu není používání OT nikterak zakázáno, pouze pokud uživatel OT jede ve společném prostoru spolu s chodci, musí rychlost omezit přepnutím Segwaye do režimu chůze. Ten nedovoluje uživateli přesáhnout rychlost 10 km/h. [35]

6.2.2. Velká Británie

Ve Velké Británii odhlasovali zákaz používání OT na všech veřejných komunikacích s výjimkou soukromých komunikací, u kterých je vlastníkem právnická, či fyzická osoba. Velký podíl na tomto zákazu má níže zmiňovaná smrtelná dopravní nehoda, kdy zahynul majitel společnosti Segway Inc., který pocházel právě z Velké Británie. [36]

6.2.3. Rakousko

V hlavním městě Rakouska ve Vídni pohlíží na OT jako na cyklisty, uživatelé se tedy musejí řídit stejnými předpisy, jako kdyby byli na bicyklu. [37]

6.2.4. Francie

V hlavním městě Francie Paříži dospěli k názoru, že OT je ekologický dopravní prostředek a jelikož mezi priority města patří i podpora ekologických dopravních prostředků, je OT považován za chodce.[38]

6.2.5. Nizozemí

V Nizozemí odhlasovali zákaz používání OT na všech veřejných komunikacích s výjimkou soukromých komunikací, u kterých je vlastníkem právnická, či fyzická osoba. [39]

6.2.6. Irsko

V Irsku platí celostátní zákaz používání OT na veřejném prostranství. Lze tedy tyto zařízení využívat jen na vlastním pozemku. [40]

6.2.7. USA

Například v San Franciscu a Los Angeles se uchýlili k zákazu používání OT na veřejném prostranství kvůli častým konfliktům. Nyní lze v těchto městech OT používat pouze na soukromých pozemcích. [41]

Spojené státy americké jsou na druhou stranu zemí, kde se hojně Segway využívá policií k poježděním po městě. Na fotografii (Obrázek 37) je policista ze San Franciska ve službě na policejní úpravě Segwaye i2 SE.

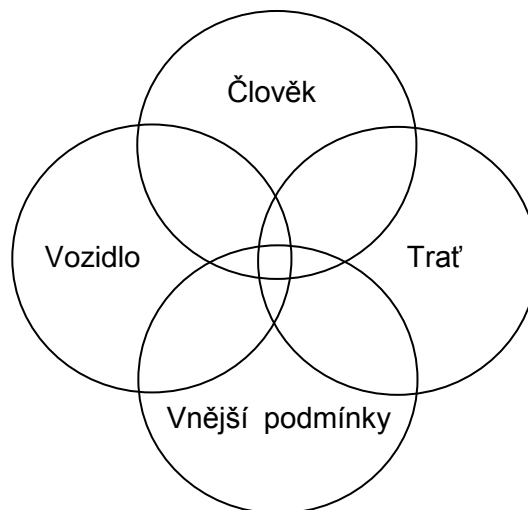


Obrázek 37 - policista na Segwayi [42]

7. Dopravní nehody

Pokud používáme dopravní prostředky, je jisté, že dříve či později k nějaké dopravní nehodě dojde, jelikož člověk není stroj a nelze jej naprogramovat na bezpečný provoz. Segway sám o sobě může být bezchybný a 100% spolehlivý, ale řídit ho prozatím v dohledné době bude lidská bytost, která bezchybná není.

Jak je tomu doopravdy se můžeme přesvědčit na následujícím diagramu (Obrázek 38), který znázorňuje vzájemné propojení všech množin.



Obrázek 38 - schéma diagramu bezpečnosti dopravy [3]

Pokud bychom se zabývali analýzou nehod, ve většině případů nám postačí středoškolská fyzika a zvláště Newtonovy zákony. Jejich aplikace je nutnou podmínkou správné analýzy. [43]

Jako velmi důležitá součást počátku dopravní nehody je reakční doba, ta se v klasickém případě člení:

- Optická reakce
- Psychická reakce
- Svalová reakce
- Prodleva brzd
- Náběh brzdného účinku [43]

V případě jízdy na OT se dle mého názoru zkracují a v některém případě zcela zanikají jednotlivé složky reakční doby, protože jezdec ovládá zařízení pouhým pohybem těla, nemusí přehmatávat z jednotlivých pedálů, či páček k ovládnutí akcelerace či decelerace. Jezdec tedy může rychleji reagovat na danou situaci.

Pokud by nastala dopravní nehoda OT s ostatním účastníkem provozu, ať jde o chodce, cyklistu, vozidlo či jiný dopravní prostředek, je jisté, že jezdec na OT je hodně zranitelný, nechrání ho žádná karoserie. V případě nárazu se transportér neudrží ve vodorovné poloze a jezdec z něj spadne. V dnešní době by to takový problém prozatím nebyl, OT transportéry dosahují rychlostí kolem 20km/h, ale tato rychlost se v budoucnu určitě bude o dost navyšovat. Poté bude riziko smrtelných nehod větší.

Na ukázkou vyberu dopravní nehody či kolize, které by mohly veřejnost zajímat.

První nehoda, kterou by bylo vhodné zmínit, je nehoda, která se stala Jamesu Heseldenovi, což byl majitel firmy Segway Inc., nikoli vynálezce, jak si mnozí myslí. Nehoda se odehrála 26. 9. 2010 ve Velké Británii. Muž se zřítíl během projížďky z útesu do řeky Warf a na místě byl mrtev. [44]

Druhá nehoda je doposud jediná, mediálně známá nehoda, která se stala na území Prahy. V křižovatce ulic Národní a Spálená se střetl muž projíždějící na Segwayi s tramvají, policisté v úředních spisech zřejmě s takovými dopravními prostředky nepočítali a tak je nehoda vedena jako nehoda cyklisty a tramvaje. Nehoda si nevyžádala žádné zranění, pouze hmotnou škodu jak na Segwayi tak i na tramvaji. [45]



Obrázek 39 - fotografie nehody v Praze 1 [45]

8. Budoucnost osobních transportérů

Budoucnost osobních transportérů je v rozkvětu. Lidé se budou vždy potřebovat dostat z bodu A do bodu B. V dnešní době je nejpoužívanější dopravní prostředek automobil, který v dopravních zácpách a úzkých uličkách velkých měst není nejvýhodnější. Vzhledem k současným trendům dopravy lze počítat s větší a větší hustotou dopravy. Myslím si, že pravý rozmach nastane tehdy, až se OT odpoutají od zemského povrchu a začnou létat. Nebude to v řádu jednotek let, ale teprve tyto dopravní prostředky využijí jejich hlavní účel a to co nejrychleji a bez jakéhokoli omezení.

Jako velice zajímavá se tedy jeví studie společnosti Bay Zoltán Nonprofit Ltd., která zveřejnila obrázky létající osobní trikoptéry nesoucí jméno Flike. [46]



Obrázek 40 - trikoptéra Flike [46]

Již existuje prototyp, který se opravdu dokáže vznést a létat. Sestavili jej vědci z Maďarska, kde jej i testují. Stroj má 3 vrtule umístěné v trojúhelníkovém rámu, kde se nachází i sedadlo pro pilota. Na druhou stranu bude nutné zajistit bezpečnost proti kolizím i pro takovéto stroje vznášející se nad našimi hlavami, to bude s největší pravděpodobností zajištěno komunikací mezi jednotlivými stroji. [46]

Druhý pohled na budoucnost vypadá velice futuristicky - sedět doma či v kanceláři a na jednání, či vyzvednutí zakázky poslat za sebe náhradu. Ta se v tomto případě

podobá robotu, který jede na OT. Osoba, která jej řídí je s ním spojená přes internet a všechny jeho pohyby ovládá pomocí softwaru. Robot vlastní kameru, mikrofon a reproduktory a tak osoba, která se nachází na zcela jiném místě, může komunikovat s lidmi, ke kterým robota nasměruje. [47]



Obrázek 41 - fotografie robota [47]

Vynález má své klady a zápory, nicméně v jistých případech by se jistě pro tento vynález uplatnění našlo, jako například kontrola zboží v nákupních řetězcích s dohledem proti krádeži.

9. Závěr

Můj osobní názor na problematiku provozu osobních transportérů především v městském provozu je následující:

Sám jsem si mohl vyzkoušet jízdu na zařízení Segway, musím přiznat, že se jedná o dopravní prostředek, který se skutečně hodí do městského provozu. Je velice snadno ovladatelný a dovedu si představit na něm denně dojíždět do školy či zaměstnání. Během zapůjčení jsem ujel téměř 9 km a nepocíťoval jsem bolest nohou či jinou únavu způsobenou jízdou na OT. Osobně si myslím, že OT mají blíže k chodcům a vykázání všech OT z prostoru pro pěší do společného provozu s automobily by nemělo moc velký smysl. V tomto případě by se obrátila zranitelnost na stranu jezdců na Segwayích a ti by byli vystaveni možná i o dost většímu nebezpečí, které by jim hrozilo od automobilů, jedoucích v porovnání se Segwayem o mnoho větší rychlostí než v porovnání Segway-chodec. Dle mého názoru je tedy vhodné se zabývat úpravou legislativy, kde by již zařízení obsahující samovyrovnávací elektroniku bylo zmíněno a kde by bylo podrobně popsáno, co si uživatel na OT smí dovolit. Bylo by také dobré najít způsob, jakým uživatele na OT přimět k logickému uvažování, že jsou na stejné hierarchické úrovni jako chodci.

Segway s osobou, která jej ovládá, má již poměrně velkou kinetickou energii a pokud by narazil do jiného člověka jdoucího po chodníku, mohlo by dojít k nějakému zranění, například fraktuře dolních končetin. Navrhnul bych tedy zásady pro používání Segway v provozu.

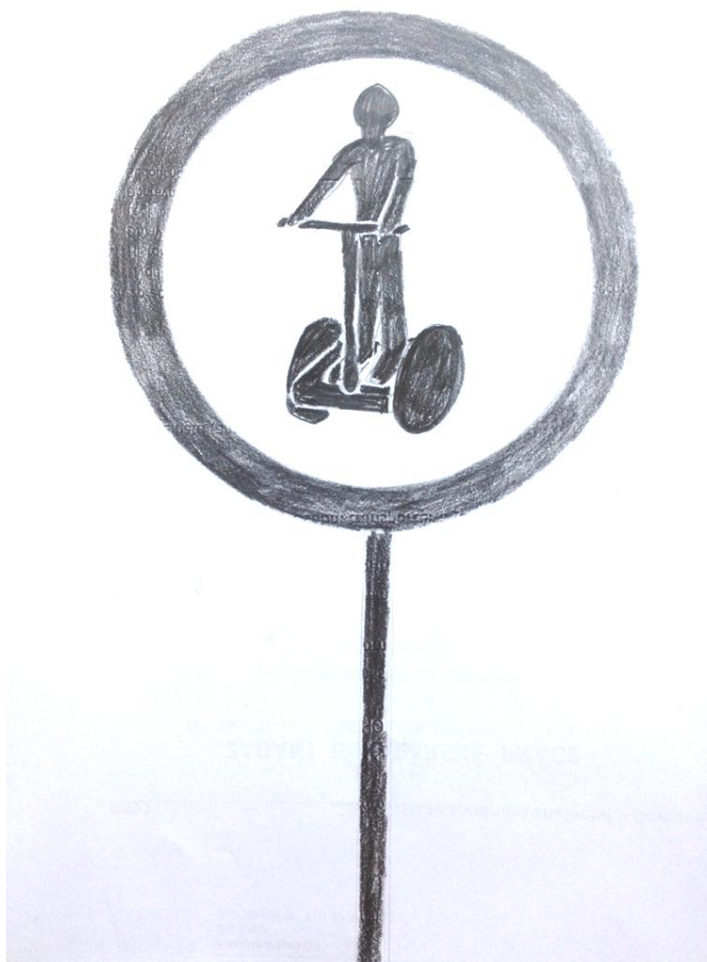
- Spočívaly by v tom, že by se Segway vyskytoval hlavně na komunikacích pro cyklisty, cyklostezkách a cyklopruzích. Cyklista se běžně pohybuje rychlostí stejnou jako Segway a tou je 20 km/h. Teprve pokud by nebyly k dispozici tyto komunikace, mohl by se Segway používat na chodníku a to ještě s určitými podmínkami.
- Jízda po chodníku by mohla být dovolena, pouze za předpokladu užívání OT v režimu chůze, kterou si lze na OT navolit, rychlost pak nepřesahuje výrobcem stanovenou hodnotu, ta je ve většině případů nastavena na 6 km/h.

- Jízda po chodníku by byla zakázána tam, kde by šířka chodníku, či uličky nedosahovala alespoň minimálního rozměru pro chodce v jednom směru a to 0,75 m. Pokud by se jezdec na OT potkal v této situaci s chodcem, jen obtížně by se minuli.
- Zákaz používání OT by byl také v místě, kde je frekventovaný pěší úsek s častými postranními vchody do obchodů nebo bytových jednotek, jako tomu bývá v jádru měst. Uživatel OT by v krajním případě mohl zařízení vést.
- Jelikož má OT status chodce a chodci mohou být pod vlivem alkoholu, bylo by dobré zmínit tento fakt v legislativě. Jezdci by mohli být namátkou vyzváni k dechové zkoušce příslušníkem policie. Uživatel OT by měl nulovou toleranci promile v krvi jako řidiči v silničním provozu.
- OT by bylo vhodné vybavit zařízením, které by při jízdě vydávalo nepatrný hluk, díky kterému by se lidé na poslední chvíli nelekli, tak jako tomu mnohdy je. Ideální by bylo také OT vybavit signalizačním osvětlením, aby byly lépe postřehnutelné.
- Na OT se může přepravovat pouze jedna osoba.
- Jezdec na OT by měl povinnost se plně věnovat řízení, a tudíž by nesměl za jízdy používat jakékoli zařízení, které by jeho řízení mohlo ovlivnit.
- Při jízdě, kdy by jelo ve skupině více jezdců na OT, by byla povinnost jet v řadě za sebou.



Obrázek 42 - skupina jezdců na OT

- Pro potřeby zákazu používání všech OT jsem navrhl návrh dopravní značky (Obrázek 43) zákaz používání OT. Vychází z dopravní značky B1- Zákaz vjezdu všech vozidel, do ní je zakreslena silueta jezdce na OT.



Obrázek 43 - návrh dopravní značky (zákaz používání OT)

V bakalářské práci jsou také vyobrazeny modely od konkurenceschopných firem, nebo zařízení, které se svojí unikátností liší a u nich jsou napsány dohledatelné údaje.

V další části práce byla použita měřicí technika, která vyhodnotila základní jízdní charakteristiku. Měření se potýkalo s jistými problémy především v kabelovém propojení měřiče s notebookem, který byl umístěn v batohu jezdce, a to mělo za následek popotahování kabelů, které se často odpojovaly, a tím se měření přerušilo. Měření tedy neproběhlo najednou, ale muselo se často znovu nastavovat. Další problém byl s kvalitou signálu přenášeného pomocí GPS, jelikož měření probíhalo v ulicích Prahy, kde se mnohdy nepodařilo polohu GPS měřiče vzhledem k zástavbě domů zjistit.

Pokud bych měl pokračovat v myšlence této práce, bylo by dobré zhodnotit riziková místa v Praze, kde by mohlo dojít k zákazu používání OT.

10. Seznam použité literatury

- [1] FIRST, Jiří. *Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry*. Vyd. 1. Praha: S, 2008, 348 s. ISBN 978-80-254-1850-5.
- [2] *Proč je důležité vědět, jak funguje inverzní kyvadlo?* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://dobracestina.cz/basta/clanek/proc-je-dulezite-vedet-jak-funguje-inverzni-kyvadlo>
- [3] POHL, Rudolf. *Dopravní prostředky*. Vyd. 1. Praha: Nadace Kristiána Josefa Willenberga, 1999, 245 s. ISBN 80-01-01811-3. ISSN 80-01-01811-3.
- [4] *Časté otázky* [online]. [cit. 2015-07-27]. Dostupné z: <http://www.eurosegway.cz/cz/faq/>
- [5] *Jazykové zákampí: Praha plná segway/segway* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.literarky.cz/offline/jazykove-zakampi/17442-jazykove-zakampi-praha-plna-segwaysegwayi>
- [6] *HISTORIE SEGWAYE* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://segwaypt.cz/segway-historie>
- [7] *Segway PT p133 specifications* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: http://www.segway.cz/product-archive/specs_pseries.html
- [8] *Co je gyroskop* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.gyroskopy.cz/?co-je-gyroskop,24>
- [9] *Ucho a sluch* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-pacientske-listy/ucho-a-sluch-451316>
- [10] *JAK FUNGUJE SEGWAY HT* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.nasegway.cz/jak-to-funguje>
- [11] *History of the Segway PT (Personal Transporter)* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.isegway.cz/prague-segway-article/history-of-the-segway-pt>
- [12] *Posts Tagged seal* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <https://segwaynz.wordpress.com/tag/seal/>

- [13] *Kdo může řídit Segway?* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.segway-prague-tours.cz/cz/vse-o-segway/44-kdo-muze-ridit-segway>
- [14] *Segway i2 SE Logistics Storage Bin POWER* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: http://www.segwaypt.cz/modelova_rada/Segway-i2-SE-Logistics-Cargo-Case-POWER
- [15] *Segway i2 SE* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: http://www.segwaypt.cz/modelova_rada/Segway-i2-SE
- [16] *Segway x2 SE Silent Hunter Cargo Case POWER, Camo* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: http://www.segwaypt.cz/modelova_rada/segway-x2-SE-Silent-Hunter-Cargo-Case-POWER-Camo
- [17] *Segway x2 SE* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: http://www.segwaypt.cz/modelova_rada/segway-x2-SE
- [18] *Tokio Preview: Honda unveils U3-X personal mobility device* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.autoblog.com/2009/09/24/tokyo-preview-honda-unveils-u3-x-personal-mobility-device/>
- [19] *HONDA U3-X UNICYCLE* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.blessthisstuff.com/stuff/vehicles/misc/honda-u3-x-unicycle/>
- [20] *Honda U3-X Aneb japonský Segway by Zippy* [online]. [cit. 2015-08-10]. Dostupné z: <http://www.amk.cool/video/nejnovejsi/detail/11825/>
- [21] *The ME2!!!X: Deconstructing the Honda U3-X* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.awesomefoundation.org/en/projects/4336-the-me2-x-deconstructing-the-honda-u3-x>
- [22] *Honda vyvinula experimentální elektrické vozítko U3-X* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.zavolantem.cz/clanky/honda-vyvinula-experimentalni-elektricke-vozikko-u3-x>
- [23] *Prodej osobních transportérů* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.madway.cz/prodej>
- [24] *Osobní transportér MADway City* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.madway.cz/prodej/produkty/madway-city>
- [25] *Osobní transportér MADway Offroad* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.madway.cz/prodej/produkty/madway-offroad>

- [26] *MADway Ninebot One* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.madway.cz/prodej/produkty/madway-ninebot-one>
- [27] *AIRWHEEL S3 - 520 WH* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://airwheel.primaeshop.cz/airwheel-s3-520-wh:p:p1421516067>
- [28] *S3* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.theairwheel.com/buy/airwheel-s3/>
- [29] *Airwheel Q3* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://airwheelunicycle.com/airwheel-q3>
- [30] *Airwheel X3* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://airwheelunicycle.com/Airwheel-X3>
- [31] *Airwheel A3* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://airwheel.primaeshop.cz/airwheel-a3:p:p1434654451>
- [32] *Ministerstvo dopravy segwaye nezakáže, o regulaci rozhodnou obce* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: http://praha.idnes.cz/ministerstvo-navrhuje-aby-segwaye-mohly-jezdit-kdekoli-p2u-/praha-zpravy.aspx?c=A150326_120349_domaci_ert
- [33] *Vozítka Segway musí snížit rychlost. Praha chce úplný zákaz* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/vozitka-segway-musi-snit-rychlost-praha-chce-uplny-zakaz/r~7ae790fad6c811e48da50025900fea04/>
- [34] *Praha 1 zamkla Kampu cyklistům a segwayům. Použila značku, kterou rozluští jen znalci* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: http://www.lidovky.cz/lide-si-stezovali-na-blaznive-cyklisty-brani-se-po-uzavirce-starosta-prahy-1-17x-/zpravy-domov.aspx?c=A140818_162007_in_domov_ml
- [35] *Vozítka segway jsou "chodec", prosazuje ministerstvo do zákona* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: http://zpravy.idnes.cz/ministerstvo-dopravy-stanovi-pravidla-pro-jizdu-na-segway-p42-/domaci.aspx?c=A140610_111022_domaci_jp
- [36] *Vozítka Segway v Británii končí. Je to motorové vozidlo, ale nemá světla, řekl soud* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://domaci.ihned.cz/c1-49513350-vozitka-segway-v-britanii-konci-je-to-motorove-vozidlo-ale-nema-svetla-rekl-soud>
- [37] *Chodkyně napadla turistku na segwayi, Praha je chce vyhnat z chodníků* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: http://praha.idnes.cz/praha-vyhani-vozitka-segway-z-chodniku-d9p-/praha-zpravy.aspx?c=A140826_174307_praha-zpravy_jp

- [38] ŠACHL, Jindřich. ČVUT FD. *Studie k problematice provozu segway na chodnících*. 6.12.2012.
- [39] *Holandani zakázali populární vozítka* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://tech.ihned.cz/c1-20101600-holandani-zakazali-popularni-vozitka>
- [40] *Omezíme pohyb segwayů* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.odspraha1.cz/temata/doprava/pohyb-segwayu.html>
- [41] *VOZÍTKA SEGWAY NEPATŘÍ NA CHODNÍK* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.hypindex.cz/vozitka-segway-nepatri-na-chodnikundefined-rika-james-woolf-z-flow-east/>
- [42] *November 2012* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.carlustblog.com/2012/11/>
- [43] ŠACHL, Jindřich. *Analýza nehod v silničním provozu*. 1. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04638-8.
- [44] *Majitel továrny na Segwaye se zabil na své dvoukolce* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/zahranicni/evropa/212610-majitel-tovarny-na-segwaye-se-zabil-na-sve-dvoukolce.html>
- [45] *OBRAZEM: Neobvyklá nehoda – segway a tramvaj* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://prazsky.denik.cz/nehody/obrazem-neobvykla-nehoda-segway-a-tramvaj-20120430.html>
- [46] *Flike: První trikoptéra, na kterou můžete nasednout* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://iq.intel.cz/flike-prvni-trikoptera-na-kterou-muzete-nasednout/?linkId=15395938>
- [47] *Robot, díky kterému bude šéf všude, vypadá jako strašák na segwayi* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/robot-diky-kteremu-bude-sef-vsude-vypada-jako-strasak-na-segwayi-p8t-/tec_technika.aspx?c=A101015_151434_tec_technika_pka

11. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Segway PT p133 [7].....	11
Obrázek 2 - fotografie zabudovaných gyroskopů.....	14
Obrázek 3 - samostatný IK.....	15
Obrázek 4 - držák pro IK.....	15
Obrázek 5 - fotografie spodní části Segwaye s bateriemi.....	16
Obrázek 6 - fotografie spodní části Segwaye bez baterií.....	17
Obrázek 7 - fotografie užitá baterie.....	17
Obrázek 8 - fotografie propojovacího konektoru napájení.....	18
Obrázek 9 - motor a převodovka [12].....	18
Obrázek 10 - převodovka [12].....	19
Obrázek 11 - senzory na nášlapné ploše.....	20
Obrázek 12 - indikační diody.....	20
Obrázek 13 - schéma výkyvných řídítek.....	21
Obrázek 14 - fotografie použitých pneumatik.....	21
Obrázek 15 - Segway i2 SE [15].....	22
Obrázek 16 - Segway x2 SE [17].....	23
Obrázek 17 - Honda U3-X [19].....	24
Obrázek 18 - Velké kolo Hondy U3-X s menšími kolečky [21].....	25
Obrázek 19 - Madway City [24].....	26
Obrázek 20 - Madway Offroad [25].....	27
Obrázek 21 - Madway Ninebot One [26].....	28
Obrázek 22 - Airwheel S3 [28].....	29
Obrázek 23 - Airwheel Q3 [29].....	30
Obrázek 24 - Airwheel X3 [30].....	31
Obrázek 25 - Airwheel A3 [31].....	32

Obrázek 26 - fotografie zapůjčeného Segwaye i2 SE s jezdcem.....	33
Obrázek 27 - mapa trasy	34
Obrázek 28 - akcelerometr	35
Obrázek 29 - fotografie Segwaye s měřícím zařízením	36
Obrázek 30 - ukázka naměřených dat.....	37
Obrázek 31 - graf zrychlení	37
Obrázek 32 - graf rychlosti	38
Obrázek 33 - graf zrychlení	39
Obrázek 34 - graf rychlosti	39
Obrázek 35 - Měření rychlosti na Segwayi	40
Obrázek 36 - svislá dopravní značka v Praze na Kampě [34].....	41
Obrázek 37 - policista na Segwayi [42].....	43
Obrázek 38 - schéma diagramu bezpečnosti dopravy [3]	44
Obrázek 39 - fotografie nehody v Praze 1 [45]	45
Obrázek 40 - trikoptéra Flike [46]	46
Obrázek 41 - fotografie robota [47].....	47
Obrázek 42 - skupina jezdců na OT	49
Obrázek 43 - návrh dopravní značky (zákaz používání OT)	50

12. Seznam tabulek

Tabulka 1 - Seznam použitých jednotek a zkratk.....	8
Tabulka 2 - parametry Segwaye i2SE [15]	23
Tabulka 3 - Parametry Segwaye x2 SE [17]	24
Tabulka 4 - Parametry Hondy U3-X[20].....	25
Tabulka 5 - Parametry Madwaye City [24].....	26
Tabulka 6 - Parametry Madwaye Offroad [25]	27
Tabulka 7 - Parametry Madwaye Ninebot One [26]	28
Tabulka 8 - parametry Airwheelu S3 [27].....	29
Tabulka 9 - Parametry Airwheelu Q3 [29].....	30
Tabulka 10 - Parametry Airwheelu X3 [30]	31
Tabulka 11 - Parametry Airwheelu A3 [31]	32