



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta dopravní
Ústav soudního znalectví v dopravě**

Chování cyklistů v silničním provozu

Behaviour of Cyclists in the Road Traffic

Bakalářská práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích
Studijní obor: Dopravní systémy a technika

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

Luboš Nouzovský

Praha 2012

Poděkování

V úvodu této práce bych chtěl poděkovat za cenné rady, připomínky a čas věnovaný konzultacím Ing. Tomáši Mičunkovi, Ph.D. Za pomoc při zpracovávání některých částí práce bych chtěl poděkovat Mgr. Jiřímu Peterovi a pracovníkům Policejního prezidia PČR. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za pomoc a podporu při zpracovávání této práce i v průběhu studiu.

Prohlášení

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..... 2012

.....

podpis

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Luboš Nouzovský

Název práce: Chování cyklistů v silničním provozu

Typ práce: Bakalářská práce

Pracoviště: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav soudního znalectví v dopravě

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

Rok obhajoby práce: 2012

Abstrakt: Předkládaná práce se věnuje základním zákonitostem pohybu cyklisty, a to jak zákonitostem ve smyslu zákonů či vyhlášek, tak z pohledu fyziky. Část zabývající se legislativou představuje nejdůležitější právní a technické normy platné v ČR. Zároveň jsou zde uváděny největší odlišnosti české a zahraniční legislativy. Součástí této práce je též rozbor statistik nehodovosti cyklistů v ČR i v EU. Ukazuje se, že ačkoli počet usmrcených cyklistů klesá, lze snížit jejich počet razantněji zavedením některých opatření. V kapitole zabývající se pohybem jízdního kola z pohledu fyziky jsou zpracovány faktory působící při jízdě. Práce se zabývá i myšlenkou klasifikace kol a jezdců pomocí trojúhelníků sedění. Pozornost je věnována též skutečností, které hrají roli při nehodách cyklistů a jejichž zpracování by mohlo být nápomocno při analýze nehod.

Klíčová slova: Cyklistika, jízdní kolo, cyklistická legislativa, statistiky nehodovosti, mechanika jízdního kola, trojúhelníky sedění, posaz.

Počet stran: 56

Počet příloh: -

Jazyk: Čeština

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Luboš Nouzovský

Title: Behaviour of Cyclists in the Road Traffic

Type of the thesis: Bachelor thesis

Department: CTU in Prague, Faculty of Transportation Science, Department of Forensic Experts in Transportation

Supervisor: Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.

The year of presentation: 2012

Abstract: The presented work deals with basic motion rules of a cyclist, both in terms of traffic rules and laws of physics. The part dedicated to legislation introduces the most essential legal and technical regulations valid in the Czech Republic. At the same time it presents the most significant differences in the Czech and foreign legislation. This work also includes statistics analysis of accident frequency of cyclists in the Czech Republic and EU. The figures show that the number of cyclists killed on the roads is on decline, yet more lives could be saved if certain measures were introduced. The chapter related to the motion of a bike from the physical point of view describes both internal and external factors affecting a ride. Bicycles and riders are classified according to sitting position triangles. The author also focuses on the factors which play a significant role in bicycle accidents and which, if processed, could be instrumental for accident analysis.

Keywords: Cycling, bicycle, cycling legislation, bicycle accident statistics, bicycle dynamics, sitting position triangles, sitting position

Number of pages: 56

Number of appendices: -

Language: Czech

Obsah

Úvod	13
1 Legislativa.....	15
1.1 Legislativní rámec v ČR	15
1.1.1 Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.....	16
1.1.2 Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.....	16
1.1.3 Vyhláška č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů	21
1.1.4 Vyhláška Ministerstva dopravy č. 341/2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.....	22
1.1.5 Normy a Technické podmínky.....	23
1.1.6 Trestní odpovědnost cyklistů	25
1.2 Legislativní rámec zemí EU.....	25
1.2.1 Diference legislativ obecně.....	26
1.2.2 Povinná výbava a ochrana hlavy.....	26
1.2.3 Přípojně vozíky za kolo	27
2 Rozbor statistik nehodovosti.....	29
2.1 Vývoj nehodovosti - obecně	29
2.2 Vývoj nehodovosti - zaměření na detaily	31
3 Mechanika jízdního kola.....	33
3.1 Stabilita jízdního kola	33
3.2 Těžiště	34
3.3 Pohyb jízdního kola	36
3.3.1 Pohyb nerovnoměrný	36
3.3.2 Pohyb přímočarý.....	40
3.3.3 Pohyb křivočarý - jízda v oblouku.....	40

3.3.4	Jízdní odpory.....	43
3.4	Posaz	44
3.4.1	Definování posazu	45
3.4.2	Trojúhelníky posazu.....	46
3.4.3	Shrnutí.....	47
4	Jízdní režimy cyklisty využitelné ve znalecké praxi.....	49
4.1	Dopředný pohyb.....	49
4.2	Jízda obloukem	51
4.3	Příčné přemístění	51
5	Závěr	52
6	Seznam použitých pramenů	53
7	Seznam obrázků	55
8	Seznam tabulek	56

Seznam použitých zkratk

ČSN - Česká státní norma

EU - Evropská unie

HDP - hlavní dopravní prostor

JMV - jednostranné motorové vozidlo

MDS - Ministerstvo dopravy a spojů

MTB - mountain bike

PP - přidružený prostor

TP - Technické podmínky

Seznam použitých veličin a jejich jednotek

Značka	Jednotka	Veličina
a	[m.s ⁻²]	Okamžité zrychlení
a _y	[m.s ⁻²]	Okamžité boční zrychlení
c _x	[1]	Tvarový součinitel
d	[m]	Průměr kola
F	[N]	Síla způsobující pohyb jízdního kola (síla působící na obvodu zadního hnacího kola)
F _c	[N]	Síla působící na pedál
f _k	[1]	Součinitel valivého odporu
F _s	[N]	Brzdná síla
F _t	[N]	Příčná síla v místě dotyku kola s vozovkou při průjezdu obloukem
g	[m.s ⁻²]	Gravitační zrychlení, g=9,81 m.s ⁻²
G	[N]	Tíhová síla
h	[m]	Výška těžiště nad vozovkou
H	[kg.m ⁻³]	Hustota vzduchu
l	[m]	Vzdálenost os kol
l _{1,2}	[m]	Vzdálenost osy předního, resp. zadního kola a těžiště
l _{2a}	[m]	Vzdálenost těžiště a osy zadního kola
l _a	[m]	Délka rozvoru při průmětu do vodorovné roviny
l _b	[m]	Zábrzdná vzdálenost
l _k	[m]	Délka kliky
l _r	[m]	Dráha ujetá během reakční doby
l _s	[m]	Zábrzdná dráha
m	[m]	Průmět svislé vzdálenosti těžiště a osy zadního kola do vodorovné roviny
n	[m]	Vzdálenost těžiště a osy zadního kola při průmětu do vodorovné roviny
N _{1,2}	[N]	Síla v místě dotyku předního, resp. zadního kola s podkladem
N _{1a,2a}	[N]	Síla v místě dotyku předního, resp. zadního kola s podkladem při náklonu
O	[N]	Odstředivá síla
O _c	[N]	Jízdní odpor
O _k	[N]	Odpor valení kol
O _l	[N]	Odpor v ložiskách a řetězu
O _s	[N]	Odpor stoupání
O _v	[N]	Odpor vzduchu
p	[m]	Výška podepření

Q	[N]	Tíhová síla
r	[m]	Poloměr kola
r ₀	[m]	Poloměr oblouku
R	[N]	Výslednice sil při průjezdu obloukem
s	[m]	Svislá vzdálenost těžiště od osy zadního kola
s _x	[m ²]	Velikost čelní plochy
t	[s]	Doba
T _y	[s]	Doba provedení příčného přemístění
u	[m]	Vodorovná vzdálenost výslednice tlaku od osy kola
v	[m.s ⁻¹]	Okamžitá rychlost
y	[m]	Šířková hodnota příčného přemístění
Z _{1,2}	[1]	Počet zubů převodníku, resp. pastorku
α	[rad]	Úhel náklonu
α _v	[rad]	Úhel sklonu vozovky
β	[rad]	Úhel výslednice sil při brzdění
μ	[1]	Součinitel smykového tření
σ	[rad]	Úhel náklonu jízdního kola při průjezdu klopeným obloukem

Úvod

Když se řekne cyklistika, některým z nás se vybaví sport či aktivní odpočinek, pro jiné je to naopak prostředek pro uskutečnění cesty například do práce či školy. Cyklistika je pro většinu z nás součástí života ať už tím, že ji aktivně provozujeme, díváme se na ni v televizi, nebo se střetáváme s cyklistickým provozem na silnicích a místních komunikacích. A jak se zdá, může se stát součástí ještě výraznější.

Stejně jako v západní Evropě o několik let dříve jsme mohli a stále můžeme i u nás zaznamenat nárůst počtu cyklistů. Možná je tento fakt dán ekonomickou výhodností jízdního kola jako dopravního prostředku, snad za něj může stále se zvětšující počet lidí majících tzv. sedavé zaměstnání, kteří si vybrali cyklistiku jako způsob kompenzování nedostatečné fyzické aktivity. V každém případě je růst uživatelů jízdních kol a zařízení pro ně určených patrný.

Jednou z nejsledovanějších sportovních událostí celého roku je slavná Tour de France, která píše svou historii od počátku 20. století. Počet cyklistických závodů na našem území, zdá se, také stoupá a uvažovalo se též o znovuoživení kdysi slavného Závodu míru.

Jak již bylo řečeno, bicykl není jen prostředkem pro závodění, ale i prostředkem pro přesun mezi dvěma body. Domnívám se, že každý někdy slyšel o popularitě jízdních kol v Nizozemí. Podle některých lidí země cyklistům zaslíbená o své obyvatele - cyklisty pečuje. Věnuje jim náležitou pozornost například při výstavbě či rekonstrukcích pozemních komunikací. Podobnou podporu můžeme vidět například v sousedních zemích - Německu a Rakousku. Tyto země jsou pro nás trochu vzorem a též motivací pro pozvednutí úrovně cyklistiky.

Důkazem, že se jedná na našem území o změny systémové, může být kupříkladu norma ČSN 73 61 10, ve které je uvedeno v prvním bodě kapitoly týkající se cyklistické dopravy následující: „Cyklistická doprava přispívá ke zlepšení životního prostředí i k upevnění zdraví obyvatel a je přínosnou alternativou dopravy automobilové. Proto má být v návrzích dopravní soustavy obcí a v návrzích uspořádání místních komunikací jejich rozvoj podporován.“ [1] Nejen tato norma, ale i další normy týkající se pozemních komunikací, stejně jako některé zákony a vyhlášky a jejich rozbor jsou náplní jedné z kapitol této práce.

Další z kapitol se zabývá nehodovostí cyklistů. Jedná se o souhrn statistik nehodovosti českých i evropských, které vykazují pozitivní i negativní tendence. Ve velké míře je stále cyklistický provoz neoddělený či oddělený pouze vodorovným dopravním značením od provozu motorového, a proto je zaznamenáno nejvíce střetů cyklistů s automobily. Je přirozené, že většinou jsou závažnější následky na straně cyklistů. Na otázky, jaké je procento úmrtí při takovýchto střetech a zda zaznamenáváme meziroční pokles, zda hraje u nehod cyklistů roli alkohol nebo

zda je skutečně účinné požívat při jízdě cyklistickou přilbu, se snaží odpovědět právě zmíněná kapitola.

Kapitola Mechanika jízdního kola zachycuje základní fyzikální vztahy, kterými lze jízdu kola popsat. Jízdu můžeme interpretovat jako mechanický pohyb tělesa v určitém prostředí. V této kapitole též rozvíjím myšlenku možnosti klasifikace jezdců a jízdních kol pomocí tzv. trojúhelníků sedění (posazu).

V poslední z kapitol se zamýšlím nad základními jízdními režimy použitelnými pro znaleckou praxi. Nutno poznamenat, že materiálů a dat vztahujících se jak k nehodám, tak k vlastnímu pohybu z hlediska mechaniky není mnoho. Avšak dostupné podklady umožnily zpracování i tohoto problému.

1 Legislativa

1.1 Legislativní rámec v ČR

Práva a povinnosti, ochranu, podmínky užívání či určení prostoru cyklistů ošetřují zákony, vyhlášky, normy či například i technické podmínky. Mezi nejvýznamnější ze zákonů a vyhlášek patří:

- Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a řízení provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 56/2001 Sb., o technické způsobilosti vozidel ve znění vyhlášky Ministerstva dopravy č. 341/2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

Při výstavbě cyklistických komunikací je také třeba brát mimo jiné ohled na zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (tzv. stavební zákon). Zčásti o cyklistice pojednávají zákony primárně určené k ochraně přírody - konkrétně se jedná o zákon č. 289/1995 Sb., o lesích, v němž je uvedeno, že má každý právo vstupovat do lesa na vlastní nebezpečí, přičemž nesmí narušovat místní prostředí. Nejen z tohoto důvodu je v lesích zakázáno jezdit na kole mimo lesní cesty a vyznačené trasy. [2]

Co se norem týče, jsou nejdůležitějšími normami ČSN 73 6101 (Projektování silnic a dálnic), ČSN 73 6102 (Projektování křižovatek na pozemních komunikacích), ČSN 73 6110 (Projektování místních komunikací), přičemž jakožto nosnou normu v oblasti cyklistiky můžeme uvést třetí jmenovanou. První dvě se na ni ve zvýšené míře odkazují, neboť se právě ona nejvíce cyklistické dopravě věnuje.

Další důležitou úpravou jsou Technické podmínky 179. Největší část obsahu těchto TP je věnována projektantům a pracovníkům státní či místní správy, ukazují různé typy řešení vedení cyklistických komunikací, a to mimo jiné v nehodově exponovaných místech, tedy v křížení s ostatními druhy dopravy.

V následujících odstavcích cituji některé důležité pasáže z výše uvedených dokumentů a pokouším se o jejich rozbor či vlastní komentář.

1.1.1 Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů

Dle §6, odstavce 3, písmena d) jsou samostatné cyklistické komunikace na území obcí zařazeny do IV. třídy místních komunikací, a to jako komunikace nepřístupné provozu silničních motorových vozidel nebo na kterých je umožněn smíšený provoz. [3]

Mimo území obce (v extravilánu) jsou tyto komunikace zahrnuty mezi komunikace účelové. Podle §7, odstavce 1 lze omezit či upravit na návrh vlastníka, po projednání příslušného silničního správního úřadu s příslušným orgánem Policie ČR, veřejný přístup na komunikaci [3]. To znamená, že přístup je možno omezit svislým dopravním značením - konkrétně značkami C8 (Stezka pro cyklisty), C9 (Stezka pro chodce a cyklisty - sloučený provoz) či C10 (Stezka pro chodce a cyklisty - oddělený provoz).

§12, odstavec 7 určuje jízdní pruh nebo pás pro cyklisty jako součást té pozemní komunikace, po které je veden. Dále znovu specifikuje zařazení samostatných cyklistických stezek, tedy do IV. třídy místních komunikací či mezi komunikace účelové podle povahy a umístění. Tentýž paragraf, ovšem odstavec 1, písmeno b) zavádí lávky pro cyklisty jako součást dálnice, silnice či místní komunikace. [3]

1.1.2 Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů

Podle §2, písmene d) je cyklista řidičem. „Řidič je účastník provozu na pozemních komunikacích, který řídí motorové nebo nemotorové vozidlo anebo tramvaj; řidičem je i jezdec na zvířeti.“ [4] Písmena f) a h) určují jízdní kolo nemotorovým vozidlem. Písmeno j) definuje člověka tlačící jízdní kolo jako chodce. Chodec je i osoba, která vede jízdní kolo [4]. V každém případě, pohybuje-li se tato osoba na pozemní komunikaci, se jedná o účastníka silničního provozu (písmeno a) - „účastníkem provozu na pozemních komunikacích je každý, kdo se přímým způsobem účastní provozu na pozemních komunikacích“ [4]), který musí dodržovat daná pravidla (zavedená tímto zákonem a vyhláškou MDS 30/2001 Sb.). Písmeno l) vymezuje pojem přejezd pro cyklisty jako „místo na pozemní komunikaci určené pro přejíždění cyklistů přes pozemní komunikaci vyznačené příslušnou dopravní značkou“ [4].

Paragraf 7, odstavec 1, písmena c) a d) zakazují držení telefonního či jiného hovorového nebo záznamového zařízení a kouření při jízdě mj. na jízdním kole [4]. Tato ustanovení zvyšují bezpečnost provozu, neboť je pravděpodobné, že telefonující či kouřící řidič se plně nevěnuje řízení a může způsobit neočekávanou událost.

Předjíždění upravuje §17. V tomto paragrafu jsou cyklisté konkrétně zmíněni v odstavci 2 - Řidič musí dát znamení o změně směru jízdy při předjíždění cyklisty. - odstavci 5, písmenu d), který zakazuje předjíždění na přechodu pro chodce nebo na přejezdu pro cyklisty a bezprostředně před nimi a písmenu f), podle něž je dovoleno předjíždět mj. jízdní kola na křižovatce nebo v těsné blízkosti u ní. [4]

Řidič odbočující vlevo či vpravo musí podle §21, odstavců 5 a 6 dát mj. přednost vozidlům jedoucím ve vyhrazeném jízdním pruhu, pro něž je tento pruh určen [4]. Toto ustanovení je z hlediska cyklistů důležité pro zachování bezpečnosti a plynulosti. Především jde o odbočování řidičů vpravo, neboť vyhrazené cyklistické pruhy bývají většinou vedeny při pravém okraji vozovky a odbočující vozidlo je tudíž musí překřížit. Přestože je takto definována přednost cyklistů, dochází v nemalém počtu k jejich ohrožení pravidly neznalými, neukázněnými nebo ne zcela plně se řízení věnujícími řidiči.

Vjíždění na pozemní komunikaci je řešeno v §23. Jeho odstavec 1 říká, že „při vjíždění z místa ležícího mimo pozemní komunikaci na pozemní komunikaci musí dát řidič přednost v jízdě vozidlům nebo jezdcům na zvířatech jedoucím po pozemní komunikaci nebo organizovanému útvaru chodců nebo průvodcům hnaných zvířat se zvířaty jdoucím po pozemní komunikaci“. [4] To platí i při vjíždění z účelové pozemní komunikace nebo ze stezky pro cyklisty nebo z obytné nebo pěší zóny na jinou pozemní komunikaci. [4]

Následuje §24, odstavec 4, písmeno d), které zakazuje řidiči otáčení a couvání mj. na přejezdu pro cyklisty. [4]

Podobně je na přejezdu pro cyklisty a ve vzdálenosti 5 m před ním zakázáno zastavit a stát dle §27, odstavec 1, písmeno c). [4] Toto opatření je důležité z hlediska rozhledů, neboť cyklista nemusí přes odstavené vozidlo vidět ani být viděn.

Paragraf 53 věnující se chůzi a chodcům několikrát zmiňuje vztah cyklista – chodec. Odstavec 2 hovoří o tom, že „jiní účastníci provozu na pozemních komunikacích než chodci nesmějí chodníku nebo stezky pro chodce užívat, pokud není v tomto zákoně stanoveno jinak“ [4]. Cyklisté jedoucí na svém kole tedy nesmějí vjíždět na chodník. Toto ustanovení je ovšem, tak jak jistě mnozí z nás zažili, často porušováno bezohlednými spoluobčany. Na chodník je vstup povolen pouze pro cyklisty, kteří kolo vedou, a to jen za určitých podmínek, které jsou uvedeny v odstavci 7: „Osoba vedoucí jízdní kolo nebo moped smí užít chodníku, jen neohrozí-li ostatní chodce; jinak musí užít pravé krajnice nebo pravého okraje vozovky.“ [4] Těmito nařízeními jsou chodci legislativně chráněni před cyklisty.

Na opačný případ, tedy ohrožení cyklistů chodci, pamatují odstavce 4 a 5 tohoto paragrafu.

Prvý z nich přímo uvádí, že chodec nesmí ohrozit cyklistu jedoucího po stezce, je-li zřízena stezka pro chodce a cyklisty označená dopravní značkou "Stezka pro chodce a cyklisty". Odstavec 5 ustanovuje, že pruh vyznačený pro cyklisty, v případě zřízení stezky pro chodce a cyklisty, na které je oddělen pruh pro chodce a pruh pro cyklisty, může chodec užít pouze při obcházení, vcházení a vycházení ze stezky pro chodce a cyklisty; přitom nesmí ohrozit cyklisty jedoucí v pruhu vyznačeném pro cyklisty. [4]

Následující §57 a §58 jsou určeny přímo pro jízdu na kole, z tohoto důvodu jsou uváděny v přesném znění:

Paragraf 57 upravuje možnosti pohybu cyklistů po pozemních komunikacích a zároveň i jejich vztah k ostatním účastníkům provozu.

„(1) Je-li zřízen jízdní pruh pro cyklisty, stezka pro cyklisty nebo je-li na křižovatce s řízeným provozem zřízen pruh pro cyklisty a vymezený prostor pro cyklisty, je cyklista povinen jich užít.

(2) Na vozovce se na jízdním kole jezdí při pravém okraji vozovky; nejsou-li tím ohrožováni ani omezováni chodci, smí se jet po pravé krajnici. Jízdním kolem se z hlediska provozu na pozemních komunikacích rozumí i koloběžka.

(3) Cyklisté smějí jet jen jednotlivě za sebou.“ [4] Ustanovení, které chrání cyklisty samotné a zabraňuje omezení ostatního provozu, bývá ale často porušováno mnohačlennými skupinami cykloturistů.

„(4) Pohybují-li se pomalu nebo stojí-li vozidla za sebou při pravém okraji vozovky, může cyklista jedoucí stejným směrem tato vozidla předjíždět nebo objíždět z pravé strany po pravém okraji vozovky nebo krajnici, pokud je vpravo od vozidel dostatek místa; přitom je povinen dbát zvýšené opatrnosti.“ [4] Toto ustanovení usnadňuje jízdu a zároveň šetří čas cyklistům především ve městě. I bez něj by zřejmě docházelo k takovémuto objíždění, takto má ovšem oporu v zákoně. Přidává tak další argument proč využívat k cestování po městě kolo – snižuje ztrátový čas a omezuje stres při jízdě v kolonách. Důležitá je ovšem i poslední část tohoto odstavce, podle níž je třeba dbát zvýšené pozornosti. Někteří řidiči nemusí zaregistrovat, že je předjíždí cyklista zprava a mohou náhle vybočit nebo může dojít například k otevření dveří na místě spolujezdce.

„(5) Je-li zřízena stezka pro chodce a cyklisty označená dopravní značkou "Stezka pro chodce a cyklisty", nesmí cyklista ohrozit chodce jdoucí po stezce.

(6) Je-li zřízena stezka pro chodce a cyklisty označená dopravní značkou "Stezka pro chodce a cyklisty", na které je oddělen pruh pro chodce a pruh pro cyklisty, je cyklista povinen užít pouze pruh vyznačený pro cyklisty. Pruh vyznačený pro chodce může cyklista užít pouze při

objíždění, předjíždění, otáčení, odbočování a vjíždění na stezku pro chodce a cyklisty; přitom nesmí ohrozit chodce jdoucí v pruhu vyznačeném pro chodce.“ [4] Podobné ustanovení jako v případě chodců v §53, který je zmíněn výše.

„(7) Jízdní pruh pro cyklisty nebo stezku pro cyklisty může užít i osoba pohybující se na lyžích nebo kolečkových bruslích nebo obdobném sportovním vybavení. Přitom je tato osoba povinna řídit se pravidly podle odstavců 3, 5 a 6 a světelnými signály podle § 73.

(8) Před vjezdem na přejezd pro cyklisty se cyklista musí přesvědčit, zda-li může vozovku přejet, aniž by ohrozil sebe i ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích, cyklista smí přejíždět vozovku, jen pokud s ohledem na vzdálenost a rychlost jízdy přijíždějících vozidel nedonutí jejich řidiče ke změně směru nebo rychlosti jízdy. Na přejezdu pro cyklisty se jezdí vpravo.“ [4]

V paragrafu 58 jsou uvedeny zákazy a povinnosti spojené s bezpečností cyklistů dětských i dospělých.

„(1) Cyklista mladší 18 let je povinen za jízdy použít ochrannou přilbu schváleného typu podle zvláštního právního předpisu a mít ji nasazenou a řádně připevněnou na hlavě.“ [4] Velmi důležité nařízení, které je zaměřeno na bezpečnost cyklistů. Původně byla věková hranice určena na 15 let, zvýšení o tři roky je, dle mého názoru, správným krokem. Dá se ovšem uvažovat nad tím, zda by neměla být povinnost nosit přilbu uzákoněna i pro cyklisty, kteří již překročili osmnáctý rok života. Nebezpečné úrazy hlavy, které často končí tragicky, se totiž nestávají pouze nezletilým, nýbrž i plnoletým. Že má být přilba řádně nasazena a připevněna je zřejmé, neboť bez toho nošení přilby prakticky ztrácí význam. I přesto lze vidět děti a mládež, kteří přilbu upevněnu nemají. Tímto chováním si nejen zvyšují pravděpodobnost možných závažných následků po dopravní nehodě, ale též porušují zákon.

Problémem je i vybrání správné přilby. Autor získal, co se kvality dětských přileb týče, jisté zkušenosti v rámci projektové výuky na Fakultě dopravní ČVUT. Při jedné z praktických lekcí měli možnost všichni přítomní „kvalitu“ některých přileb vidět. Konkrétně se jednalo o kus zakoupený v jednom z obchodů nejmenovaného řetězce. Na přilbě se objevila prasklina po dopadu figuríny, která ji měla nasazenou, na zem po volném pádu s kolem. Jaké by bylo poškození při skutečné nehodě, kde je zrychlení a tedy nárazová energie mnohem vyšší, se můžeme jen domnívat.

„(2) Dítě mladší 10 let smí na silnici, místní komunikaci a veřejně přístupné účelové komunikaci jet na jízdním kole jen pod dohledem osoby starší 15 let; to neplatí pro jízdu na chodníku, cyklistické stezce a v obytné a pěší zóně.

(3) Na jednomístném jízdním kole není dovoleno jezdit ve dvou; je-li však jízdní kolo vybaveno pomocným sedadlem pro přepravu dítěte a pevnými opěrami pro nohy, smí osoba starší 15 let vézt osobu mladší 7 let. Osoba starší 18 let může vézt nejvýše dvě děti mladší 10 let v přívěsném vozíku určeném pro přepravu dětí, který splňuje technické podmínky stanovené zvláštním předpisem, nebo dítě na dětském kole připojeném k jízdnímu kolu spojovací tyčí.“ [4] Poslední věta byla doplněna zákonem č. 197/2012 Sb., který tento zákon novelizuje, po diskuzích jak v odborných kruzích, tak v kruzích politických. Tento odstavec tedy nyní umožňuje převážet děti v přípojném vozíku stejně jako ve většině cyklisticky vyspělých států.

„(4) Cyklista nesmí jet bez držení řídítek, držet se jiného vozidla, vést za jízdy druhé jízdní kolo, ruční vozík, psa nebo jiné zvíře a vozit předměty, které by znesnadňovaly řízení jízdního kola nebo ohrožovaly jiné účastníky provozu na pozemních komunikacích. Při jízdě musí mít cyklista nohy na šlapadlech.“ [4] Tento odstavec zakazuje činnosti, které by mohly vést ke snížení pozornosti cyklisty, jeho náhlému vybočení nebo jinému jevu, který by zapříčinil nehodovou událost.

„(5) Cyklista je povinen za snížené viditelnosti mít za jízdy rozsvícen světlomet s bílým světlem svítícím dopředu a zadní svítilnu se světlem červené barvy nebo přerušovaným světlem červené barvy. Je-li vozovka dostatečně a souvisle osvětlena, může cyklista použít náhradou za světlomet svítilnu bílé barvy s přerušovaným světlem.“ [4] Označení jízdního kola úzce souvisí s povinnou výbavou, která je rozebrána v dalším z dokumentů – zákon č. 56/2001 Sb. ve znění vyhlášky MD č. 341/2002.

„(6) Za jízdní kolo se smí připojit přívěsný vozík, který není širší než 900 mm, má na zádi dvě červené odrazky netrojúhelníkového tvaru umístěné co nejbližší k bočním obrysům vozíku a je spojen s jízdním kolem pevným spojovacím zařízením. Zakrývá-li přívěsný vozík nebo jeho náklad za snížené viditelnosti zadní obrysové červené světlo jízdního kola, musí být přívěsný vozík opatřen vlevo na zádi červeným neoslňujícím světlem. Jsou-li v přívěsném vozíku přepravovány děti, musí být přívěsný vozík označen žlutým nebo oranžovým praporkem nebo štítkem o rozměru 300 x 300 mm vztyčeným ve výšce 1200 - 1600 mm nad úrovní vozovky.“ [4] Druhý odstavec, který byl pozměněn novelou v roce 2012 a který nyní mj. ustanovuje, jak musí být přívěsný vozík označen, jsou-li v něm přepravovány děti.

V §70, který upravuje řízení provozu světelnými signály, se v odstavci 2, písmenu f nachází zmínka o signálech „Signál žlutého světla ve tvaru chodce“ nebo „Signál žlutého světla ve tvaru chodce a cyklisty“, jimiž je doplněn signál se zelenou šipkou směřující vpravo nebo vlevo, upozorňují řidiče, že při jízdě směrem, kterým tato šipka ukazuje, křižují směr jízdy přejíždějících cyklistů nebo směr chůze přecházejících chodců a směr jízdy přejíždějících cyklistů. [4] Toto ustanovení by tedy mělo zvýšit bezpečnost cyklistů na přejezdech pro cyklisty na křižovatkách, je-li umožněn současný provoz kolizních směrů motorové a nemotorové dopravy.

O světelném signalizačním zařízení pro cyklistickou dopravu pojednává §73. V tomto paragrafu jsou vysvětleny některé pojmy. Pro cyklistickou dopravu platí obdobná pravidla jako pro dopravu motorovou.

1.1.3 Vyhláška č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů

Pravidla provozu na pozemních komunikacích určují také pravidla pro cyklistickou dopravu, v poslední době dochází k úpravám této vyhlášky právě ve prospěch cyklistů. Nejdůležitější ustanovení vztahující se k bezpečnosti provozu cyklistů jsou uvedena v následujících odstavcích.

Pravidla například upravují možnost odlišného řazení cyklistů v jízdnicích pružích (užitím značek IP 19 "Řadicí pruhy" a E 12 c „Povolený směr jízdy cyklistů“ [5]). Pro daný směr jízdy cyklista projíždí jiným pruhem než ostatní vozidla, dochází tak k plynulejšímu souběžnému průjezdu jízdnicích kol a motorových vozidel. [6] Tím se zvyšuje bezpečnost cyklistů, kteří mohou projíždět při pravém okraji komunikace a nemusejí se řadit do pruhů více nalevo.

Pro bezpečnější odbočení vlevo zavádí „Návěst doporučeného způsobu odbočení cyklistů vlevo“ (IS 10e) [5]. Jedná se o možnost odbočení, která by měla zajistit vyšší bezpečnost méně zkušeným cyklistům. Takovéto nepřímé levé odbočení je vhodné realizovat na vícepruhových či frekventovanějších komunikacích. Cyklista může zůstat u pravého okraje komunikace a vyčkat na příznivější situaci k příčnému překonání komunikace.

Pravidla umožňují jízdu cyklistů v protisměru v jednosměrné komunikaci značkou E 12b „Vjezd cyklistů v protisměru povolen“. Zavádějí též tzv. „Piktogramový koridor pro cyklisty“ (č. V 20), který vyznačuje prostor a směr jízdy cyklistů a řidiče motorových vozidel upozorňuje, že se nachází na pozemní komunikaci se zvýšeným provozem cyklistů. [6] Provádí se zejména tam, kde nelze zřídit vyhrazený jízdnicí pruh z prostorových důvodů. Podobným řešením by mohl být diskutovaný, avšak do našich právních předpisů nezanesený tzv. víceúčelový pruh. Jedná se o pruh určený především cyklistům, který vzniká zúžením šířky jízdnicího pruhu pro automobily

a který lze považovat za mezistupeň odděleného a společného provozu. V případě nutnosti mohou do toho pruhu zasáhnout rozměrnější vozidla (např. při vyhýbání).

1.1.4 Vyhláška Ministerstva dopravy č. 341/2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů

Tato vyhláška je prováděcím právním předpisem zákona č. 56/2001 Sb. a ve své příloze 13 určuje mj. technické požadavky na jízdní kola. Jedná se o předpisy, jejichž dodržováním se zvyšuje bezpečnost provozu.

Jedná se například o ustanovení, předepisující vlastnosti brzd a řídítek. Důležitým bodem jsou ustanovení týkající se osvětlení a odrazek. Jízdní kolo musí být vybaveno: zadní odrazkou červené barvy, která může být kombinována se zadní červenou svítlnou nebo nahrazena odrazovými materiály obdobných vlastností. Dále musí mít přední odrazku bílé barvy, která může být nahrazena odrazovými materiály obdobných vlastností, odrazkami oranžové barvy (autožlut') na obou stranách šlapátek (pedálů). Tyto odrazky mohou být nahrazeny světlo odrážejícími materiály umístěnými na obuvi nebo v jejich blízkosti, na paprscích předního nebo zadního kola nebo obou kol nejméně jednou boční odrazkou oranžové barvy (autožlut') na každé straně kola.

Jízdní kola pro jízdu za snížené viditelnosti musí být vybavena světlometem svítícím dopředu bílým světlem. Světlomet musí být seřízen a upraven trvale tak, aby referenční osa světelného toku protínala rovinu vozovky ve vzdálenosti nejdále 20 m od světlometu (při dostatečném a souvislém osvětlení vozovky svítlnou bílé barvy s přerušovaným světlem). Obsahovat musí též zadní svítlnu červené barvy (může být nahrazena svítlnou s přerušovaným světlem červené barvy) a zdroj elektrického proudu. Jde-li o zdroj se zásobou energie, musí svou kapacitou zajistit svítivost světel po dobu nejméně 1,5 hodiny bez přerušení. [7]

V rámci předmětu Úvod do nehod vyučovaném na FD ČVUT byla studentům zadána semestrální práce, jejíž vypracování obnášelo vyplnění formuláře údaji o jimi vybraném jízdním kole a vytvoření fotodokumentace dle návodu. Po zpracování odevzdaných prací (zahrnuto jich bylo 312) bylo zjištěno, že vybavení odrazkami odpovídá vyhlášce č. 341/2002 pouze u zhruba 20 % kol. Relativně nízké číslo je dáno povětšinou chybějící odrazkou na jednom či dvou místech, objevila se však i kola, kterým odrazky chyběly zcela. Každá z pozic předepsaných vyhláškou byla odrazkou skutečně osazena v zhruba polovině případů. Co se světlometů týče, většina kol (cca 2/3) jimi vybavena není. Zarážejícím je počet dynam (pouze 4) jakožto zdrojů elektrického proudu. Tento fakt ovšem může být způsoben nedostatečným vysvětlením požadavků. V každém

případě se nejedná o obligatorní část výbavy. Světlomety a zdroj elektrické energie jsou vyžadovány pouze pro jízdu za snížené viditelnosti.

1.1.5 Normy a Technické podmínky

Dokumenty uváděné v této podkapitole jsou zásadní především pro projektanty. Avšak právě správným návrhem nové cyklistické komunikace či rekonstrukce stávající se lze podílet na vyšší bezpečnosti cyklistů. To je jeden z důvodů, proč se domnívám, že by tyto dokumenty měly být, alespoň v relativně zkrácené míře, uvedeny.

1.1.5.1 Normy ČSN

Jak již bylo nastíněno v úvodu kapitoly Legislativa, nejvýznamnějšími českými normami pro cyklistickou dopravu jsou normy ČSN 73 6101 (Projektování silnic a dálnic), ČSN 73 6102 (Projektování křižovatek na pozemních komunikacích) a ČSN 73 6110 (Projektování místních komunikacích).

Norma ČSN 73 6101 uvádí, za jakých podmínek a jakým způsobem je možno vést cyklistickou (ale i pěší) dopravu společně nebo naopak odděleně od dopravy motorové na silnicích (cyklistická doprava je podle zákona č. 13/1997 Sb. vyloučena z provozu na dálnicích).

Norma ČSN 73 6102 se, co se cyklistické dopravy týče, zabývá cyklistickými přejezdy a vedením cyklistické dopravy v oblasti křižovatky. Upozorňuje na to, že je vhodné barevně odlišit plochy určené pro provoz cyklistů od ploch pro dopravu motorovou či pěší. Uvádí mimo jiné příklady možností vedení cyklistů přijíždějících po vyhrazeném cyklistickém pruhu. V takovém případě se na průsečných a stykových křižovatkách přivede cyklistický pruh pro přímý směr průběžně přes křižovatku. Pro odbočující cyklistický proud se zřídí předsazený čekací prostor před řadící pruhy pro motorovou dopravu a odbočení je společné s motorovou dopravou. Pro odbočení vlevo lze též, dle normy, uvažovat o převedení cyklistů z hlavního dopravního prostoru do prostoru přidruženého a jejich zařazení do přímého směru křižujícího původní směr. V případě okružní křižovatky je podobné řešení, tedy převedení cyklistů z hlavního dopravního prostoru do prostoru přidruženého, vhodné, neboť se tím zjednoduší pohyb cyklistů a sníží se tím (či zcela vyloučí) riziko nehody s automobily. Ovšem, jak norma uvádí, lze cyklistickou dopravu vést podél vnějšího okraje okružního jízdního pásu s barevným odlišením od jízdnic pro motorová vozidla. [8]

Jak bylo řečeno v úvodu celé této práce, norma ČSN 73 6110 nabádá projektanty k tomu, aby rozvíjeli cyklistickou dopravu. Pro cyklistickou dopravu má být vytvořena ucelená síť, která umožní plošnou dopravní obsluhu. Trasy pro cyklisty mají být zřizovány všude, kde to prostorové podmínky místních komunikací umožní. [1]

Norma objasňuje, jaké jsou možnosti návrhu vedení cyklistů (v HDP, v PP, samostatné stezky) a kdy je vhodné navrhnou cyklistický provoz oddělený (mj. v úsecích se zvýšenou neohodovostí cyklistů). Dotýká se též možnosti jízdy cyklistů v protisměru v jednosměrné komunikaci. Této bezprecedentní úpravy, která má legislativní oporu ve vyhlášce MDS č. 30/2001 Sb., se má využívat jen v odůvodněných případech. Aby nedošlo k ohrožování cyklistů, musí být dodrženy základní podmínky, mezi něž patří například dostatečný bezpečnostní odstup v šířce 0,50m, zákaz takového vedení cyklistů, je-li šířka jízdního pásu mezi obrubníky menší než 4,50m, a především nutnost zřetelného označení svislým i vodorovným dopravním značením. [1]

Norma dále uvádí uspořádání cyklistických komunikací (šířky jízdních pásů, jízdní pás má být navrhován jako jednosměrný, obousměrný pouze v odůvodněných případech, naproti tomu mají být cyklistické stezky navrhovány obousměrné), návrhové prvky (mj. sklon podélný i příčný, poloměry a rozšíření oblouků a z hlediska bezpečnosti důležité délky rozhledu pro zastavení). Několik ustanovení se zabývá též křižovatkami a kříženími – konkrétně jde ovšem jen o určení úhlu křížení mezi cyklistickou komunikací a ostatními komunikacemi. Více se, jak již bylo popsáno, vedení cyklistů v oblasti křižovatky věnuje norma ČSN 73 6102.

V neposlední řadě ukazuje některá šířková uspořádání cyklistických pásů/pruhů/stezek obrazově.

1.1.5.2 Technické podmínky

Technických podmínek (zkráceně TP), které se nějakým způsobem dotýkají cyklistické dopravy, je řada. Jmenovat lze například TP 65 – Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích, které uvádějí jakým způsobem používat a umisťovat dopravní značení mj. právě na cyklistických komunikacích. Dopravní značení na těchto komunikacích dále rozvíjejí TP 108 – Zásady pro orientační značení na cyklistických trasách a TP 133 – Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích.

Technické podmínky číslo 179 jsou jakýmsi shrnutím, ale zároveň také doplněním norem a souhrnem doporučení. Ukazují cestu, kterou se vydat při tvorbě návrhu cyklistických komunikací v území zastavěném i nezastavěném. V dokumentu se klade mj. požadavek na bezpečnost provozu – to znamená ve zvýšené míře podpořit segregaci od ostatních druhů dopravy, tak aby

nedošlo k vzájemnému ohrožení, ale i zjistit, zda se na vymezeném území nenachází místo s vyšším počtem nehod cyklistů a na to se zaměřit detailně. Velmi propracovaná je například problematika levého odbočení na křižovatkách, což lze hodnotit jen pozitivně.

1.1.6 Trestní odpovědnost cyklistů

Jednou z novel zákona č. 361/2000 Sb., bylo v České republice zavedeno bodové hodnocení porušení povinností stanovených zákonem, tzv. bodový systém. Tento systém hodnocení se ovšem vztahuje pouze na řidiče motorových vozidel, kterým jsou započteny body v registru řidičů. Na cyklisty se tedy vztahují pouze tresty peněžní či v krajním případě odnětí svobody.

Jako přestupky lze kvalifikovat většinu činů, kterými mohou cyklisté porušit zákon. Mezi frekventované lze zahrnout vjezd na místa jim zapovězená (komunikace určené pouze motorové dopravě, chodníky, pěší zóny, přechody pro chodce) nebo naopak nevyužití prostorů pro cyklisty, jsou-li zřízeny, jízda na kole, které nevyhovuje podle předpisů o povinné výbavě, nebo opomíjení povinnosti využívat ochrannou přilbu u nezletilých.

Jednáním, které může být oprávněnými osobami zařazeno do kategorie trestného činu, je ohrožení pod vlivem návykové látky. Trestní zákoník hovoří o tom, že osoba vykonávající činnost, kterou by mohlo dojít k ohrožení života či zdraví lidí nebo způsobit značnou škodu na majetku, pod vlivem návykové látky může být potrestána odnětím svobody až na jeden rok, peněžitým trestem nebo zákazem činnosti. Odnětím svobody na šest měsíců až tři léta, peněžitým trestem nebo zákazem činnosti bude potrestán mj. pachatel, který způsobí pod vlivem návykové látky havárii, dopravní nebo jinou nehodu, jinému ublížení na zdraví nebo větší škodu na cizím majetku nebo jiný závažný následek. [9]

1.2 Legislativní rámec zemí EU

Tato kapitola je věnována cyklistické legislativě zemí Evropské unie. Zaměřuje se však především na zásadní rozdíly či zajímavosti oproti tuzemským zákonům či vyhláškám, protože shrnutí cyklistické legislativy všech zemí EU by přesahovalo možnosti bakalářské práce z hlediska rozsahu. Dalším důvodem je sjednocování legislativy jednotlivých zemí pod dohledem evropského společenství.

1.2.1 Diference legislativ obecně

Mnoho odborníků hovoří o tom, že česká legislativa řešící cyklistický provoz zaostává za legislativou okolních zemí, upozorňuje na to například dokument CDV Principy a metody rozvoje cyklistické dopravy a infrastruktury [10].

V tomto díle jsou uvedeny některé palčivé problémy, mezi které lze zařadit například nutnost využívat nadměrné množství dopravních značek, které jednak zvyšují cenu výstavby a údržby a jednak situaci v některých okamžicích spíše nezpřehledňují. Dalším zajímavým bodem je myšlenka uvedení víceúčelového pruhu do české legislativy. O tomto řešení jsem se již částečně zmínil v podkapitole věnující se vyhlášce č. 30/2001 Sb. Víceúčelový pruh je pruh určený především cyklistům, který vzniká zúžením šířky jízdního pruhu pro automobily a který lze považovat za mezistupeň odděleného a společného provozu. Jeho využití by bylo možné například v místech, kde nelze vytvořit samostatné cyklistické pruhy, pásy ani stezky a kde společný provoz s automobilovou dopravou není optimální. Víceúčelové pruhy vhodně přerozdělují alespoň provoz jízdních kol a osobních vozidel a zvyšují tak bezpečnost provozu. [10] Toto řešení je možno vidět například v Nizozemí, Rakousku, SRN a Velké Británii.

Jiným problémem, na který je poukazováno, je dopravní značení křížení pozemní komunikace se stezkou pro chodce a cyklisty se společným provozem. Na rozdíl od jiných zemí není v našich zákonech zakotvena možnost jakéhosi sjednocení přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty v jeden útvar. Naopak jiná „procyklistická“ řešení jsou již zavedena. Mezi nimi lze například jmenovat jednosměrné komunikace s cyklistickým provozem obousměrným.

Zajímavým projektem usnadnění pohybu cyklistů ve městě je také možnost jízdy na červenou při odbočení vpravo nebo ve vybraných případech i v přímém směru. Tento model byl zaveden nově např. v Paříži, avšak je znám z Dánska či Nizozemí. Pochopitelně není možné takovýto režim zavést na všech křižovatkách, ale jen na těch, které jsou součástí zklidněného území (zóna 30). [11]

1.2.2 Povinná výbava a ochrana hlavy

Ačkoli, jak jsem již zmínil, směřují méně či více právní úpravy v jednotlivých záležitostech zemí Evropské unie ke sjednocení, co se povinného vybavení jízdního kola týče či povinnosti nošení ochranné přilby, není tato integrace patrná.

Jak je uvedeno na jiném místě této práce, platí v naší zemi povinnost nosit přilbu pro cyklisty mladší 18 let. Jízdní kolo musí být vybaveno funkčními brzdami, odrazkami (vzadu červenou,

vpředu bílou, na obou stranách pedálů a na paprscích kol). Osvětlením je nutné mít kolo vybaveno pouze v případě jízdy za snížené viditelnosti.

V tomto ohledu se tuzemská výbava, až na povinnost používání přilby, výrazně neodlišuje od evropského standardu. Avšak například ve Francii je dle hesla „vidět a být viděn“ zavedeno, že mimo obec v noci a za špatné viditelnosti musí mít cyklista oblečenou bezpečnostní reflexní vestu. [12]

Z mého pohledu je nejzávažnějším problémem nejednotnost v otázce cyklistických přileb. Z řady studií i statistik nehodovosti vyplývá, že velké množství úmrtí cyklistů je způsobeno právě absencí ochrany hlavy. Podobně jako v naší zemi je povinnost nošení přilby uzákoněna v Rakousku pro osoby mladší 12 let, na Slovensku pro osoby mladší 15 let, ve Slovinsku pro osoby mladší 14 let, ve Švédsku pro osoby mladší 15 let. Na Slovensku platí též úprava vyžadující přilbu pro cyklisty starší 15 let, ale jen v případě jízdy mimo obec. Ve Švédsku a Slovinsku je osobám starším 14, respektive 15 let nošení přilby alespoň doporučeno. Ve Velké Británii a Irsku je nošení přilby taktéž pouze doporučeno. Ve Španělsku je přilba požadována při jízdě na všech silnicích a mimo obce. Ve Finsku platí také povinnost používat cyklistické přilby. Ostatní země jako například cyklisticky rozvinuté Nizozemí, Dánsko, Francie či Německo používání cyklistický přileb nijak legislativně neupravují. [12]

1.2.3 Přípojný vozík za kolo

Diskutovaným tématem bylo v poslední době v naší zemi možnost převážení dětí v přípojných vozících za kolem. Do novely zákona 361/2000 Sb. z roku 2012 bylo možno převážet dítě mladší 7 let jen na pomocném sedadle. Využívání vozíků pro účel převozu dítěte bylo tedy nezákonné, což se stalo námětem mnoha diskuzí. Pro účel změny zákona žádalo Ministerstvo dopravy ČR o poskytnutí informací, jak je tato záležitost řešena v jiných zemích.

Přívěsný vozík za kolo je pro děti bezpečnější než používání běžné cyklosedačky. V přívěsném vozíku je dítě chráněno pevným rámem a bezpečnostními prvky, jako jsou např. bezpečnostní pásy, polstrování v oblasti zad nebo ochranná opěrka kolem hlavy. Některé modely umožňují instalovat do vozíku i autosedačku. Při nehodě je dítě v cyklosedačce vystaveno daleko většímu nebezpečí, protože není ničím chráněno, a případný pád cyklisty z kola plně kopíruje. To neplatí v případě přívěsného vozíku, neboť je s kolem spojeno tyčí s kloubem, a tvoří tak samostatnou jednotku. Při pádu kola tudíž vozík zůstává ve stabilní poloze. Na pozemních komunikacích je viditelnost vozíku zajištěna reflexními prvky, odrazkami na kolech a po obvodu vozíku a reflexním praporkem, který je umístěn nad vozíkem. Vozík je zepředu vybaven

ochrannou sítí, která zajišťuje dostatečný přívod vzduchu a zároveň dítě chrání před případným odraženým kamínkem nebo hmyzem. [13]

Podobně jako v ostatních oblastech cyklolegislativy jsou i přípojné vozíky jako prostředek pro přepravu dětí řešeny v každé zemi jinak. Například v Dánsku je povolen převoz dětí ve vozíku, ovšem jen na stezce pro cyklisty nebo v pruhu pro cyklisty, na silnici smí cyklista vjet pouze v krajním případě. Naproti tomu v zemích jako Estonsko, Finsko, Francie, Lucembursko, Lotyšsko, Německo, Švédsko, Slovinsko nebo Slovensko je povolen pohyb cyklisty na jízdním kole s přípojným vozíkem na všech typech komunikací. Ve většině jmenovaných zemí je omezen počet převážených dětí na dvě a cyklista musí být starší 18 let, v některých případech dostačuje věk 16 či 15 let. Výjimkou ze jmenovaných je Lotyšsko a také Nizozemí, kde nejsou věkové, váhové či jiné limity nastaveny. [14]

Naprostým opakem je například Itálie, kde není umožněno připojovat za jízdní kolo žádný vozík. Existují též státy, které jsou či byly v podobné situaci jako my. V Polsku byla tato možnost zavedena relativně nedávno. Ve Španělsku se o legalizaci přepravy dětí v přípojném vozíku v extravilánu jedná, stejně jako v Maďarsku, v intravilánu o této možnosti rozhoduje příslušný místní správní úřad. [14]

2 Rozbor statistik nehodovosti

Kapitola věnovaná statistikám nehodovosti je vzhledem k zaměření této práce orientována především na cyklisty. Ze zadání vyplývá, že by mělo dojít mj. např. k porovnání nehodovosti v ČR a EU. S lítostí musím konstatovat, že takovéto porovnání není možné plně vykonat z objektivních důvodů. Informace uváděné institucemi EU, které se zabývají bezpečností silničního provozu či zpracovávají statistická data, jsou zastaralé, neúplné či znehodnocené a v žádném případě nejsou na takové úrovni, která by byla hodna sjednocené Evropy. Jak mi bylo sděleno některými odborníky, kteří se v dané problematice pohybují, v některých případech leží vina též na straně institucí členských států, neboť nedochází k naměření statistických údajů nebo data nejsou uveřejněna a předána evropským zpracovatelům.

2.1 Vývoj nehodovosti - obecně

Následující tabulka ukazuje vývoj počtu nehod a jejich následků za posledních pět let v ČR. Data jsou ovšem znehodnocena zvýšením limitu ohlašovací povinnosti dopravních nehod od roku 2009. Z toho důvodu se počet nehod skokově snížil na méně než polovinu.

Tabulka 1: Počet nehod na území ČR a jejich následky do 24 hodin [15]

Rok	Počet nehod	% změna	Usmrceno	% změna	Těžce zraněno	Lehce zraněno
2007	182 736	-	1 123	-	3 960	25 382
2008	160 376	-12,24	992	-11,67	3 809	24 776
2009	74 815	-53,35	832	-16,13	3 536	23 777
2010	75 522	0,94	753	-9,50	2 823	21 610
2011	75 137	-0,51	707	-6,11	3 092	22 519

Tabulka 2 ukazuje počet usmrcených při dopravních nehodách na území EU. V současné době nejsou bohužel dostupná data z roku 2011. Jak je vidno z tabulek 1 i 2, počet usmrcených při dopravních nehodách klesá, v ČR se meziroční pokles snižuje, naopak v EU má meziroční pokles stoupající tendenci.

Tabulka 2: Úmrtí po dopravních nehodách na území EU, stav do 30 dnů [16]

Rok	Usmrceno	% změna
2006	43 104	-
2007	42 540	-1,31
2008	38 941	-8,46
2009	34 800	-10,63
2010	30 900	-11,21

V následujících tabulkách jsou uvedeny počty nehod cyklistů a jejich následky na území ČR a počet úmrtí cyklistů v zemích EU. Z tuzemských dat je patrný pozitivní trend snižování počtu obětí těchto nehod, negativem je zvýšení celkového počtu nehod téměř o čtvrtinu v posledním meziročním porovnání. Stejně tak narostl počet zraněných. Evropská data jsou dostupná z roku 2009. Zahrnují ovšem jen 23 států EU, chybí data z Bulharska, Kypru, Malty a Rumunska. V roce 2009 nejsou též započtena čísla z Irska a Švédska.

Tabulka 3: Počet nehod s účastí cyklistů na území ČR a jejich následky do 24 hodin [15]

Rok	Počet nehod	% změna	Usmrceno	% změna	Těžce zraněno	Lehce zraněno
2007	4191	-	103	-	464	2891
2008	3694	-11,86	77	-25,24	462	2570
2009	3491	-5,50	72	-6,49	465	2566
2010	3174	-9,08	70	-2,78	414	2274
2011	3954	24,57	50	-28,57	473	2958

Tabulka 4: Úmrtí cyklistů po dopravních nehodách na území EU, stav do 30 dnů [16]

Rok	Usmrceno	% změna
2005	2980	-
2006	2755	-7,55
2007	2655	-3,63
2008	2441	-8,06
2009	2267	-7,13

2.2 Vývoj nehodovosti - zaměření na detaily

V této podkapitole bych se chtěl zaměřit, jak název napovídá, na vybrané ukazatele v rámci nehodovosti cyklistů.

Tabulka 5: Viník nehody s účastí cyklisty [15]

Rok	Řidič motorového vozidla	Cyklista	Jiný (chodec, zvěř apod.)
2007	1633	2316	244
2008	1495	1990	209
2009	1370	1909	212
2010	1206	1790	178
2011	1450	2256	248

Tabulka 5 ukazuje, že v každém roce z posledních pěti let byl při nehodě s účastí cyklisty právě cyklista ve většině případů (okolo 55%) viníkem. Jaké byly hlavní příčiny nehod v roce 2011 při zavinění cyklistou, ukazuje následující tabulka, kde je též uveden meziroční pokles usmrcených. (Pozn.: Nesprávný způsob jízdy zahrnuje mj. jízdu po nesprávné straně vozovky, vjetí do protisměru, chyby při udání změně směru jízdy, nezvládnutí řízení vozidla.)

Tabulka 6: Hlavní příčiny nehod zaviněných cyklisty [15]

Hlavní příčina nehody	Počet nehod	tj. %	Počet usmrcených	tj. %	Rozdíl usmrcených
Nepřiměřená rychlost	253	11,21	1	4,55	-5
Nesprávné předjíždění	32	1,42	0	0	0
Nedání přednosti	471	20,88	9	40,91	-4
Nesprávný způsob jízdy	1494	66,22	12	54,55	-9
Technická závada	6	0,27	0	0	0
Celkem	2256	100,0	22	100,0	-18

Tabulka 7 dokládá užitečnost používání cyklistických přileb. Porovnáme-li počty mrtvých a těžce zraněných, kteří měli v době nehody hlavu chráněnou přilbou, zjistíme, že počet cyklistů s přilbou, kteří zemřeli nebo utrpěli těžké zranění, je mnohem menší než cyklistů bez přilby. Tento fakt by měl být důvodem pro zavedení povinnosti užívání přilby i pro dospělé cyklisty. Na toto upozorňuji i v kapitole týkající se legislativy. Z mého pohledu, což dokládají i zde uvedené statistiky, by mělo být užívání přilby při jízdě na jízdním kole uzákoněno nejen pro věkovou skupinu do 18 let, nýbrž pro všechny cyklisty.

Tabulka 7: Následky nehod cyklistů s přilbou a bez ní (stav do 24 hodin) [15]

Rok	Usmrceno	z toho s přilbou	z toho bez přilby	Těžce zraněno	z toho s přilbou	z toho bez přilby
2007	103	13	90	431	55	376
2008	77	9	68	431	83	348
2009	72	7	65	430	81	349
2010	70	7	63	393	76	317
2011	50	5	45	443	100	343

Nepříznivým specifickým znakem nehod zaviněných cyklisty je vysoký podíl nehod zaviněných pod vlivem alkoholu, který měl stoupající tendenci. V posledním meziročním porovnání se zvyšování podílu alkoholu na zavinění zastavilo, avšak tento podíl zůstává stále vysoký a je otázkou, jakým směrem se bude v následujícím období vyvíjet.

Tabulka 8: Počet nehod zaviněných cyklisty pod vlivem alkoholu [15]

Rok	Počet nehod cyklistů celkově	Počet nehod zaviněných cyklistou	Počet nehod zaviněných cyklistou pod vlivem alkoholu	% podíl alkoholu na zavinění
2007	4191	2316	426	18,39%
2008	3694	1990	435	21,86%
2009	3491	1909	522	27,34%
2010	3174	1790	532	29,72%
2011	3954	2256	639	28,32%

3 Mechanika jízdního kola

V této kapitole se věnuji jízdnímu kolu a jeho pohybu z pohledu fyziky. Informace zde uvedené se zaměřují například na stabilitu, trajektorii jízdy či jízdu samotnou.

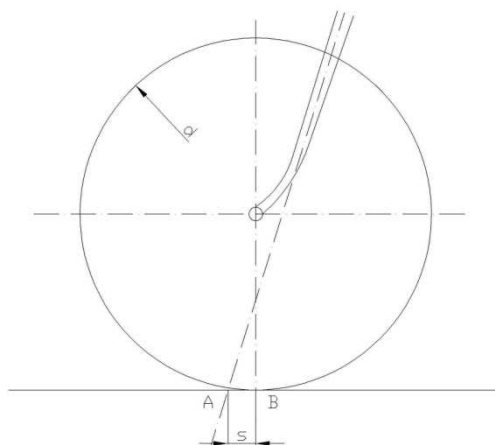
3.1 Stabilita jízdního kola

Výraz stabilita každý z nás, alespoň pocitově, chápe a ví, co je tím myšleno, ovšem definovat ji lze jen velmi obtížně. Prakticky jde o vyjádření příčné a podélné rovnováhy. U jednostopých vozidel, mezi něž jízdní kolo samozřejmě patří, se stabilita mění - především v závislosti na rychlosti.

Při nulové rychlosti lze hovořit také o nulové rovnováze, maximálně o rovnováze labilní, která je dosažena vlivem vnější síly a která uvede bicykl do polohy, při níž se těžiště nachází svisle nad plochou, která je vymezena spojnicí dotykových ploch přední a zadní pneumatiky se zemí. Bicykl spočívá pouze na dvou malých ploškách a nedojde-li k jeho podepření, následuje překlopení na jednu stranu a pád. [17]

Jízdní kolo se nachází v oblasti nestabilní při rychlostech spadajících do rozmezí nulové rychlosti až rychlosti, kdy se dostává do oblasti stabilní. V praxi to znamená nutnost většího natočení řídítek jezdcem nebo zrychlení, při čemž dochází k větším otáčkám kol. Při vyšším počtu otáček je dosahováno většího gyroskopického momentu, který působí proti vychýlení jízdního kola a napomáhá tak ke stabilitě jízdy. [18]

Avšak nejen rychlost jízdy má vliv na stabilitu jednostopého vozidla, v tomto případě jízdního kola. Dalším důležitým faktorem je geometrické uspořádání přední vidlice, které je znázorněno na následujícím obrázku.



Obrázek 1: Přední kolo a významné hodnoty pro určení stability

Bod B, tedy dotykový bod pneumatiky s povrchem je při přímé jízdě oproti bodu A, čili průsečíku osy otáčení přední vidlice s povrchem, v závleku s . Dotykový bod B se při natočení předního kola na jednu stranu vychýlí z roviny jízdního kola na druhou stranu. Odpor valení tak působí vzhledem k ose řízení na rameni r a vytváří tak moment, jenž vrací kolo do původního směru. Hmotnost cyklisty vyvolává v dotykovém bodě, který je vychýlen mimo rovinu jízdního kola, moment postranních sil. Ten způsobuje moment opačného směru, který se snaží přední kolo vychýlit a působí proti účinku, který usiluje o navrácení kola do původního směru. Vzájemným působením těchto momentů se dociluje stability jízdy. Natočení předního kola a řídicí je možno tedy vyvolat vychýlením těžiště, čímž se dosahuje změna směru jízdy bez ovládní řídicí, čili i při jízdě „bez držení“. [18]

Mezi další činitele ovlivňující stabilitu je třeba zařadit odstředivou sílu. Její působení a účinek je blíže popsán v podkapitole věnující se jízdě v oblouku. Jako další lze jmenovat odpor valení, vliv gyroskopických účinků, vysoká poloha těžiště, boční síly způsobené například povětrnostními podmínkami nebo nesymetricky uložené předměty, například předmět zavěšený na jednom z řídicí.

3.2 Těžiště

Těžiště je jedním ze zajímavých bodů jízdního kola, respektive soustavy jízdní kolo - jezdec. Jedná se o bod, do kterého je možno ekvivalentně umístit působení některých sil (gravitační, odstředivá, setrvačná síla). K určení polohy těžiště je možno využít několika postupů, dle Cibuly [18] například kombinací vážení a výpočtu:

Výpočet vychází z rovnováhy, která nastává za předpokladu silového styku, v tomto případě podepřením v místech dotyku kol. Při různé vzájemné výšce obou podepřených míst se změní silové poměry, což je základní myšlenkou výpočtu. Vážením jednak ve vodorovné poloze, jednak při zdvižení např. zadního kola o výšku h se zjistí silové poměry ve styku kol (viz obrázek a výpočet).

- Vodorovná poloha:

$$\text{Vzdálenost os kol a těžiště:} \quad l = l_1 + l_2 \quad (1)$$

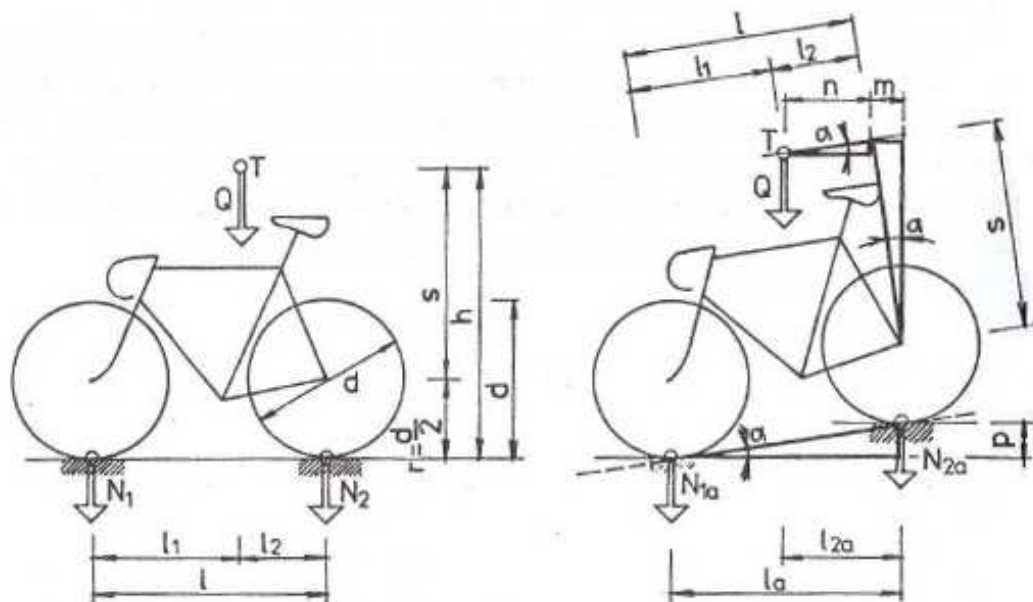
$$\text{Silová rovnice:} \quad Q = N_1 + N_2 \quad (2)$$

$$\text{Momentová rovnice:} \quad \text{k bodu } N_1 \quad Ql_1 - N_2l = 0, \text{ tedy} \quad (3)$$

$$N_2 = Ql_1/l \quad (4)$$

$$\text{k bodu } N_2 \quad Ql_2 - N_1l = 0, \text{ tedy} \quad (5)$$

$$N_1 = Ql_2/l \quad (6)$$



Obrázek 2: Určení polohy těžiště a silové poměry na kole [18]

- Šikmá poloha:

Úhel náklonu:

$$\sin \alpha = \frac{p}{r} \quad (7)$$

Délka rozvoru při průmětu do vodorovné roviny:

$$l_a = l \cos \alpha \quad (8)$$

Vzdálenost těžiště a osy zadního kola při průmětu do vodorovné roviny:

$$n = l_2 \cos \alpha \quad (9)$$

Průmět svislé vzdálenosti těžiště a osy zadního kola do vodorovné roviny:

$$m = s \sin \alpha \quad (10)$$

Vzdálenost těžiště a osy zadního kola:

$$l_{2a} = n + m = l_2 \cos \alpha + s \sin \alpha \quad (11)$$

Momentová rovnice k bodu N_{2a} :

$$N_{1a}l_a = Ql_{2a}, \text{ tedy} \quad (12)$$

$$N_{1a} = \frac{Ql_{2a}}{l_a} \quad (13)$$

Výšku těžiště zjistíme pomocí rovnic (8), (11) a (13), ze kterých získáme rovnici

$$N_{1a} = \frac{Ql_2 \cos \alpha + s \sin \alpha}{l \cos \alpha} \quad (14).$$

Tu lze následně upravit do tvaru

$$N_{1a} = \frac{Ql_2}{l} + \frac{Qs}{l} \tan \alpha = N_1 + \frac{Qs}{l} \tan \alpha,$$

z něhož získáváme rovnici pro výpočet svislé vzdálenosti těžiště od osy zadního kola $s = \frac{N_{1a} - N_1}{Q \tan \alpha} l$ (15). Tuto hodnotu lze využít pro výpočet vodorovné polohy těžiště ku příkladu při úpravě rovnice (14) do tvaru $l_2 = \frac{N_{1a} l \cos \alpha - s \sin \alpha}{Q \cos \alpha}$ (16) nebo

$$l_2 = \frac{N_{1a} l (Q - 1)}{Q^2} \quad (17).$$

Konečná rovnice pro výpočet výšky těžiště nad povrchem má tvar

$$h = s + \frac{d}{2} = \frac{N_{1a} - N_1}{Q \tan \alpha} l + \frac{d}{2} \quad (18).$$

Nutno dodat, že hodnoty N_1 a N_{1a} lze zjistit v počátku zmiňovaným vážením.

3.3 Pohyb jízdního kola

Pohyb jízdního kola lze označit za pohyb hmotného bodu. Jízdu je možno rozdělit do několika skupin z hlediska směru i rychlosti jízdy:

- Pohyb přímočarý - jízda v přímém směru
- Pohyb křivočarý - jízda v nepřímém směru (obloukem apod.)
- Pohyb rovnoměrný - při konstantní rychlosti
- Pohyb nerovnoměrný - zrychlený či zpomalený

V následujících odstavcích jsou popsány jednotlivé druhy pohybu, ale jsou zde též uvedeny odpory, které je možno při jízdě na jízdním kole uvažovat.

3.3.1 Pohyb nerovnoměrný

3.3.1.1 Pohyb zrychlený - rozjezd

Zrychlení lze definovat jako změnu rychlosti za jednotku času, jedná se tedy o pohyb, během jehož trvání dochází k navýšení rychlosti. Existuje řada vzorců, dle kterých lze vypočítat velikost zrychlení, dráhu ujetou během zrychleného pohybu či délku trvání. Jeden ze základních vztahů mechaniky a celé fyziky, tedy druhý Newtonův zákon, je možno popsat rovnicí $F = ma$ (19). V této rovnici vidíme, že velikost zrychlení je závislá na síle.

Síla, která způsobuje pohyb jízdního kola a která působí na obvodu zadního hnacího kola, je proměnná. Tato nekonstantnost je zapříčiněna střídavým působením pravé a levé nohy a změnou velikosti momentu. Změna velikosti momentu je vyvolána měnící se horizontální vzdáleností síly, jíž cyklista tlačí na pedály. To je způsobeno otáčivým pohybem klik s pedály okolo středu otáčení klik. Tím jak se mění moment a poháněcí síla, mění se i zrychlení. [18]

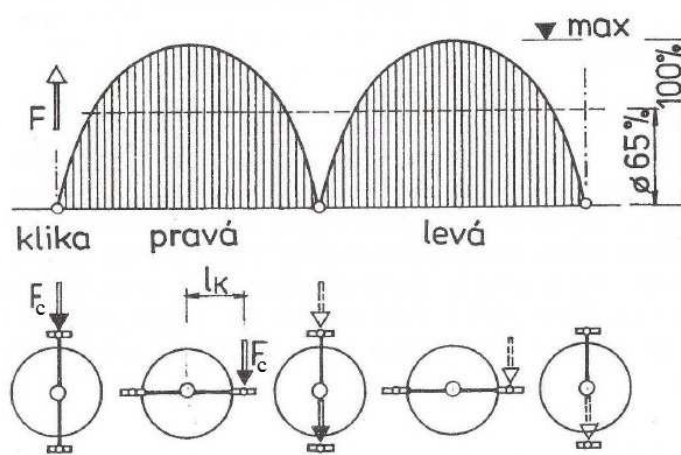
Matematicky a graficky lze tuto skutečnost zachytit následovně:

$$a = \frac{F}{m} \quad (19)$$

$$F = \frac{2F_c l_k Z_2}{d Z_1} \quad (20)$$

kde m je hmotnost cyklisty, F_c síla působící na pedál ($F_c = mg$), l_k délka kliky, d průměr zadního kola, Z_1 počet zubů převodníku a Z_2 počet zubů pastorku. Z rovnic (19) a (20) získáváme rovnici pro zrychlení, která vyjadřuje okamžité zrychlení ve vodorovné poloze klik a která ukazuje, že zrychlení je závislé na převodovém poměru, tedy poměru počtu zubů převodníku a pastorku.

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2gl_k Z_2}{d Z_1} \quad (21)$$



Obrázek 3: Proměnnost síly na obvodu zadního kola [18]

3.3.1.2 Pohyb zpomalený - brzdění

Analogicky k pohybu zrychlenému lze definovat pohyb zpomalený jako pohyb, při kterém dochází ke změně rychlosti za jednotku času, konkrétně k jejímu úbytku.

Dráhu ujetou během brzdění lze rozdělit do dvou částí. Délka první je závislá na reakční době cyklisty. Jedná se tedy o vzdálenost ujetou nezměněnou rychlostí. Dráhu, během níž je rychlost snížena, nazývá např. Cibula ve své práci [18] zábrzdnu dráhou. Celkovou dráhu, tedy dráhu ujetou během reakční doby i během brzdění, lze nazvat zábrzdnu vzdáleností. Tyto hodnoty lze vyjádřit matematicky:

$$\text{Zábrzdna vzdálenost:} \quad l_b = l_r + l_z \quad (22)$$

$$\text{Dráha ujetá během reakční doby:} \quad l_r = tv \quad (23)$$

$$\text{Zábrzdna dráha:} \quad l_z = \frac{v^2}{2a} \quad (24)$$

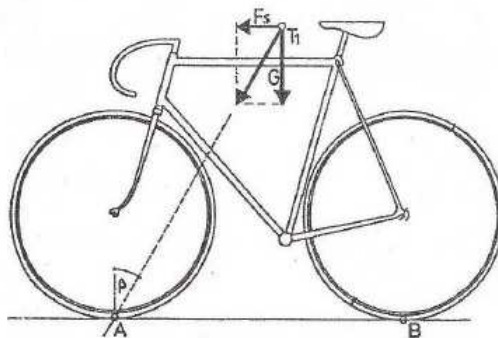
Velikost zpomalení je podmíněna celou řadou okolností:

- Intenzita brzdění
- Adheze mezi pneumatikou a vozovkou
- Poloha a výška těžiště
- Rozdělení brzdících sil mezi předním a zadním kolem
- Podélný sklon vozovky
- Jízdní odpory

Bezpečné brzdění bicyklu je dáno mj. rozložením hmotnosti v dotkových bodech předního a zadního kola. Na následujícím obrázku vidíme, že v těžišti působí tíhová síla $G = mg$ a vodorovná síla $F_s = ma$ závislá na velikosti zpomalení. Aby nedošlo k porušení rovnováhy a následnému přepadnutí cyklisty přes řídítka, nesmí výslednice těchto sil směřovat přes dotkový bod předního kola. Matematicky lze vyjádřit (v rovnici (26) se vychází z podmínky $\tan \beta \leq \mu$, která zaručuje zabránění smyku, je-li μ adhezní součinitel) [18]:

$$\tan \beta = \frac{F_s}{G} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g} \quad (25)$$

$$a = g \tan \beta \leq g\mu \quad (26)$$



Obrázek 4: Síly a jejich výslednice v těžišti při brzdění [18]

Je-li jízdní kolo nebrzděno, působí v dotykových bodech A a B síly, které lze podle momentových rovnic určit jako $G_A = \frac{Gq}{l}$ a $G_B = \frac{Gp}{l}$. Při brzdění v důsledku působení brzdnych sil nastává v dotykových bodech přitížení předního kola a odlehčení zadního kola. Toto přitížení, respektive odlehčení G' možno stanovit z momentové rovnice:

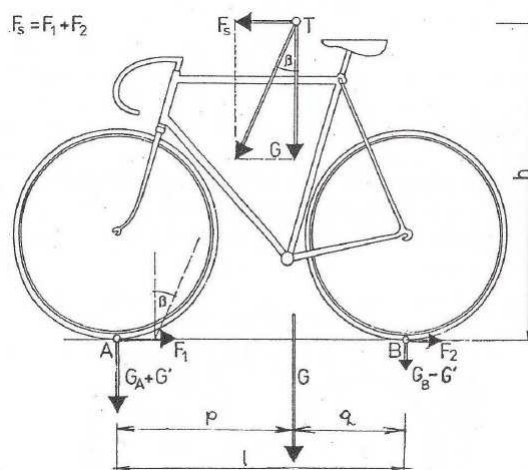
$$F_s h = mah = G'l \quad (27)$$

$$G' = \frac{mah}{l} \quad (28)$$

Mezní hodnoty rovnováhy cyklisty při brzdění, tedy hodnoty, pro které cyklista nepřepadává přes řídítka, lze určit jako:

$$G_B - G \geq 0 \quad (29)$$

$$G_A + G' \leq G \quad (30)$$



Obrázek 5: Rozložení sil při brzdění [18]

3.3.2 Pohyb přímočarý

Z hlediska fyzikálního je přímočarý pohyb v podstatě nejjednodušším. Ovšem z některých zkoumání vyplývá, že při jeho pozorování byly objeveny zajímavé jevy, především v oblasti trajektorie.

Přímocharý pohyb u cyklistů není prakticky přímočarý. Z měření, která provedl Ing. Krejsa [19], bylo vyvozeno, že pohyb probíhá ve tvaru nepravidelné vlnovky. Tato trajektorie byla označena za makrovlnu. Její amplitudu i vlnovou délku může cyklista ovlivnit vlastní vůlí, koncentruje-li se plně na jízdu samotnou. Totéž ovšem nelze říci o tzv. mikrovlně. Mikrovlnou bylo nazváno kmitání jízdního kola kolem trajektorie pohybu. Mikrovlny mohou být způsobeny či ovlivněny stylem jízdy, frekvencí šlapání, profilem trati, povětrnostními podmínkami či nerovnostmi povrchu.

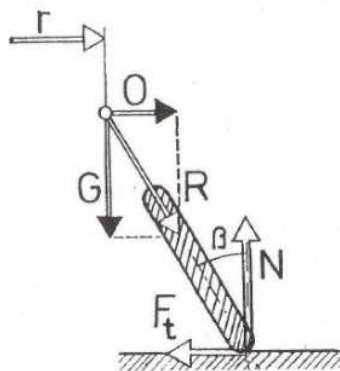
Délka makrovlny se pohybuje mezi 10 m a 40 m, maxima mikrovlny se opakují po ujetí 2 až 5 m. Nižší hodnoty platí pro děti a méně zkušené cyklisty, naproti tomu vyšších hodnot dosahují zkušenější cyklisté. Velikost příčného vychýlení jako součtu amplitud mikrovln a makrovln byla určena v rozmezí 0,5 až 1,5 m na obě strany od osy pohybu při sledování pohybu před sebou a v závislosti na kvalitách jezdce. K dalšímu zvětšení dochází při sledování provozu za cyklistou, tedy při otočení hlavy zpět. U zkušených cyklistů může dojít o navýšení o 1 m, u méně zkušených jezdce a dětí až o 2 metry. Avšak jak dodává autor výzkumu, aby vybočení nabývalo maximálních hodnot, muselo by dojít k náhodnému sčítání kladných amplitud souhlasného směru. Dalším faktorem, který ovlivňuje velikost amplitudy mikrovln, je cyklistova rychlost. Byl vysloven názor, že čím je rychlost vyšší, tím je velikost amplitud nižší. Při jízdách z kopce za rychlosti vyšší než 25 km/h a bez šlapání mikrovýchylky téměř zmizí a trajektorie pohybu cyklisty se vyznačuje táhlou makrovlnou. [19]

3.3.3 Pohyb křivočarý - jízda v oblouku

Jízda v oblouku se řídí základními fyzikálními zákonitostmi, a proto účinkuje na soustavu cyklista - jízdní kolo na rozdíl od jízdy přímo síla odstředivá. Její hodnotu lze zjistit dle vzorce

$$O = \frac{mv^2}{r_0} \quad (31). \text{ Pro zachování rovnováhy musí být dodržena podmínka } \tan \beta = \frac{O}{G} = \frac{v^2}{gr_0} \quad (32).$$

Situaci přibližuje následující obrázek.



Obrázek 6: Odstředivá síla a naklonění bicyklu [18]

Činitelem, který působí na průjezd obloukem, je jeho klopení a také stav vozovky, který ovlivňuje součinitel adheze. Při jeho překročení dochází ke smyku. Je tedy nutné, aby síla F_t vznikající ve styku kola s povrchem byla větší než síla odstředivá, tuto skutečnost ilustruje předcházející obrázek a lze ji matematicky zapsat následovně:

$$F_t = mg\mu \quad (33)$$

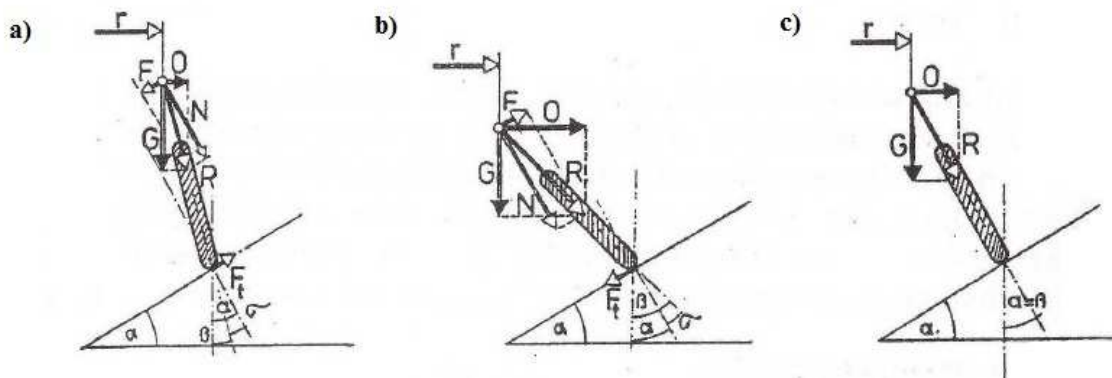
$$F_t \geq O \quad (34)$$

z rovnic (31), (33) a (34) dostáváme $mg\mu \geq \frac{mv^2}{r_0}$ (35)

a z rovnic (32) a (34) získáváme podmínku $\mu \geq \frac{v^2}{gr_0} \geq \tan \beta$ (36) využitou v rovnici (26).

Se znalostí předcházející podmínky je možno určit největší rychlost, kterou je možno projet neklopený oblouk, aniž dojde ke smyku jako $v_{\max} = \sqrt{\mu r_0 g}$ (37). [18]

Jedná-li se o oblouk, jehož povrch je skloněný o úhel α_v do středu vozovky, je situace složitější a závislá na směru výslednice R . Na následujícím obrázku jsou ilustrovány tři možné vzniklé situace. V případě a) se jedná o pomalou jízdu a výslednice je tedy odkloněna směrem od středu oblouku, případ b) zobrazuje rychlou jízdu a odklonění výslednice do středu oblouku. V obou případech lze výslednici R znovu rozložit, ovšem do složek $F = R \sin \sigma$, která je rovnoběžná s vozovkou, a $N = R \cos \sigma$, jež je naopak k vozovce kolmá. V posledním případě c) je situace ulehčena, neboť výslednice R je kolmá k povrchu vozovky a pro bezpečný průjezd zde platí podmínka (36). [18]



Obrázek 7: Rozložení sil při průjezdu klopeným obloukem [18]

Stejně jako u neklopeného oblouku lze vypočítat v závislosti na součiniteli adheze maximální bezpečnou rychlost pro průjezd, avšak nejen tu, neboť k bezpečnému projetí je zapotřebí znát i rychlost minimální. Vyjdeme-li z rovnice (32), lze zapsat tyto podmínky:

$$\text{pro minimální rychlost} \quad \frac{O}{G} = \tan(\alpha_v - \sigma) \quad (38)$$

$$\text{pro maximální rychlost} \quad \frac{O}{G} = \tan(\alpha_v + \sigma) \quad (39)$$

Po dosazení a úpravách získáváme

$$\text{pro minimální rychlost} \quad v^2 = r_0 g \tan(\alpha_v - \sigma) \quad (40)$$

$$\text{pro maximální rychlost} \quad v^2 = r_0 g \tan(\alpha_v + \sigma) \quad (41)$$

Které lze dále upravit dle goniometrických vět a dosazením μ za $\tan \sigma$ do konečného tvaru

$$v_{\max} = \sqrt{r_0 g \frac{\tan \alpha_v + \mu}{1 - \mu \tan \alpha_v}} \quad (42)$$

$$v_{\min} = \sqrt{r_0 g \frac{\tan \alpha_v - \mu}{1 + \mu \tan \alpha_v}} \quad (43)$$

Co se trajektorie a způsobu jízdy obloukem týče, bylo zjištěno, že jízdní kolo zanechává dvě stopy - předním i zadním kolem. Při podrobnějším měření bylo shledáno, že tyto stopy se blíží kružnicím. Přičemž počátek i konec stop taktéž vykazují kružnicový charakter, přechodnicové oblouky nebyly nalezeny. Toto je možno vysvětlit jednoduchým řízením - u jízdního kola je pevné spojení řídítek, vidlice a předního kola a též pneumatiky vzhledem k vnitřnímu tlaku a velikosti při naklonění vykazují téměř nulovou směrovou úchytku. Při počátku jízdy obloukem není ve většině případů používán manévr jako u motocyklistů. Ti před jízdou vlevo natočí nepatrně řídítka vpravo, což následně umožní naklonění vlevo a jízdu levým obloukem. Jízdní kolo je

nižší hmotnosti, dosahuje nižší rychlosti než motocykl a vliv má i menší gyroskopický moment. U jízdního kola tedy dochází k současnému natočení předního kola i jeho naklopení do směru oblouku. [19]

3.3.4 Jízdní odpory

Faktorem, který ovlivňuje jízdu, jsou jízdní odpory. V této podkapitole jsou ty nejdůležitější krátce popsány. Velikost a existenci některých odporů ovlivňuje prostředí, v kterém se cyklista pohybuje, nebo stav jízdního kola. Všechny jednotlivé odpory (ve vzorci v pořadí odpor v ložiskách, v řetězu, valivý, v stoupání, prostředí) lze sečíst a počítat s nimi jako se silou, která působí proti pohybu cyklisty:

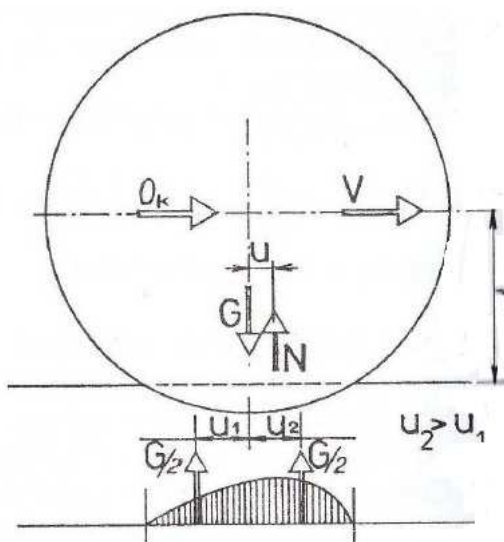
$$O_c = O_l + O_r + O_k + O_s + O_v \quad (44)$$

3.3.4.1 Odpory v ložiskách a řetězu

Pohyb jízdního kola je závislý na funkčnosti dílů, které jsou otočně uloženy na kuličkových ložiskách, konkrétně pedály, klikový mechanismus, převodové ústrojí a kola. Velikost odporů v ložiskách se udává 2%, stejná hodnota je udávána i u kloubového řetězu. Celkový odpor je tedy roven zhruba 4% a celková účinnost jízdního kola 96%. [18]

3.3.4.2 Odpor valení kol

Tento odpor vzniká při valivém pohybu přechodnou elastickou deformací povrchu pneumatiky v místě jejího dotyku s vozovkou. Při pohybu se zvyšuje specifický tlak v přední části styčné plochy vlivem postupné pružné deformace kola i vozovky a snižuje se tlak v zadní části styčné plochy vlivem vnitřního tření materiálu dopružováním. Tímto přesunem specifických tlaků se posouvá výslednice tlaku o malou délku a vyvolává moment odporu valení. Matematicky je tato skutečnost vyjádřena rovnicí $O_k = \frac{Nu}{r} = G \frac{u}{r} = mgf_k$ (45), kde f_k označuje součinitel valivého odporu. [18]



Obrázek 8: Odpor valení [18]

3.3.4.3 Odpor stoupání

Tento odpor, jak napovídá jeho název, se vyskytuje jen při jízdě do stoupání. Matematicky je vyjádřitelný rovnicí $O_s = mg \sin \alpha$ (46), kde α vyjadřuje úhel sklonu vozovky.

3.3.4.4 Odpor prostředí

Odpor prostředí je drtivou většinou odporem vzduchu. Jeho velikost je závislá na hustotě vzduchu H , velikosti čelní plochy s_x , tvarovém součiniteli c_x a rychlosti v :

$$O_v = \frac{H s_x c_x v^2}{2} \quad (47)$$

Jak je ze vzorce patrné, největší vliv má rychlost. Je nutné též brát zřetel na proudění vzduchu. Jeho rychlost je nutné připočítat nebo naopak odečíst pro určení správné hodnoty odporu prostředí. Velikost čelní plochy i tvarového součinitele je ovlivněna polohou cyklisty na kole a také členitostí a hladkostí povrchu. Hustota vzduchu se mění dle povětrnostních podmínek, ale také podle nadmořské výšky. [18]

3.4 Posaz

Jedním z faktorů, který ovlivňuje jízdu cyklisty a jeho kola, je geometrie sedění cyklisty. Soubor hodnot charakterizující sedění se běžně určuje při tvorbě automobilů, v některých případech i u jednostopých motorových vozidel. Na toto téma (konkrétně u JMV) bylo vytvořeno i několik závěrečných prací na FD ČVUT (zde bylo zavedeno označení posaz, které využívám

i já ve své práci). Posaz u cyklistů je ve většině literatury vnímán jako správné nastavení všech komponentů kola za účelem efektivní a komfortní jízdy. I z tohoto důvodu vznikla při konzultacích mé práce idea zaměřit se na tento faktor podrobněji.

3.4.1 Definování posazu

Jedná se o geometrii sezení jezdce ať ve vozidle dvoustopém, či jednostopém. Správné nastavení sedačky vychází z nutnosti zabezpečit řidiči možnost komfortního a funkčního sezení. Pro jezdce nesmí být poloha sezení nepohodlná, protože by mohla příliš vyčerpávat organismus jezdce a též snižovat jeho koncentraci. Při dlouhodobém užívání špatné polohy může zároveň docházet ke změnám v organismu, které jsou příčinami bolesti či pozdějších zdravotních problémů. Co se zmíněné funkčnosti týče, musí mít jezdce v dosahu všechna zařízení a ovládací prvky, které k řízení potřebuje.

Sezení lze považovat za formu statické zátěže, která je doprovázena statickou svalovou aktivitou, což zapříčiňuje nedostatečné prokrvení svalů, jejich přetěžování a únavu. Lidské tělo potřebuje pohyb a změny. [20] Tak lze částečně charakterizovat sezení z hlediska biomechaniky či biomedicínského. Z tohoto důvodu vznikají různé projekty, jejichž ústředním činitelem je trojúhelník posazu, které mají za cíl možnost změny polohy sezení. Jedná se ovšem o projekty v oblasti motorových vozidel.

U jízdních kol je situace z části odlišná. Cyklista například na rozdíl od jezdce na motorce nesedí ve strnulé poloze. Aby se mohl pohybovat, musí sám vyvíjet svalovou činnost, čímž je zabráněno zmíněné statické svalové aktivitě a nedostatečnému prokrvení svalů. Zároveň cyklista mění svoji polohu na kole podle charakteru jízdy. Při jízdě do stoupání může využít polohy tzv. „ze sedla“ a naopak při jízdě v klesání se přikrčí, aby zaujal aerodynamičtější tvar.

Podobnost se skrývá ve vzniku únavy, v tomto případě především z fyzické aktivity. Avšak i monotónnost může být u cyklistů původcem únavy. Časté jsou bolesti zad či šíje, jejichž vznik lze ovlivnit správným nastavením kola např. výšky sedla či řídítek. Je nasnadě, že jízdní kolo musí být nastaveno dle parametrů - především výšky - jezdce, aby nebyla vyvolávána zbytečná bolest.

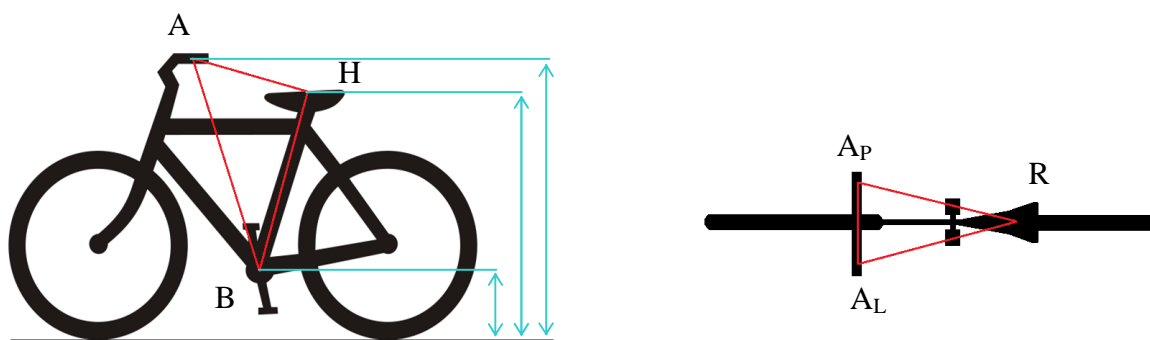
Obdobný vliv má posaz také na dynamické vlastnosti vozidla - ovlivňuje mimo jiné umístění těžiště, momenty setrvačnosti či aerodynamický odpor. Např. výška těžiště se zásadně podílí na stabilitě - čím je těžiště níže, tím je vozidlo stabilnější. Posaz též ovlivňuje bezpečnost jak aktivní, tak pasivní. V cyklistické oblasti je však jeho účinek prakticky zanedbatelný.

3.4.2 Trojúhelníky posazu

Již uvedený výraz trojúhelník posazu definuje způsob sezení na JMV pomocí vztažných bodů. Těmi jsou [21]:

- R bod - výrobcem vozidla určený referenční bod nad sedákem (při zatížení zkušební figurínou je totožný s bodem H)
- H bod - na ose otáčení trupu a stehna trojrozměrné figuríny
- A_L (A_P) bod - vztažný bod na řídítkách v místě doteku dlaně
- B_L (B_P) bod - vztažný bod na stupačkách v místě doteku středu chodidla

Z těchto bodů lze vytvořit dva trojúhelníky, jak je vidět na následujícím obrázku. Dalším důležitým údajem je výška bodů nad vozovkou.



Obrázek 9: Trojúhelníky posazu na jízdním kole

Zde jsou zobrazeny na obrysech jízdního kola, pro které je lze takto definované převzít jen s minimálními úpravami - bod B_L (B_P) je přesunut do středu kliky.

3.4.2.1 Měření trojúhelníku posazu u jízdních kol

Součástí několikrát zmiňované semestrální práce předmětu Úvod do nehod bylo i zadání změřit trojúhelníky posazu a zdokumentovat je fotografiemi. Některé výstupy z odevzdaných dat bych rád představil v této kapitole.

Do zpracování mohlo být zahrnuto 305 jízdních kol, neboť ne všichni studenti odevzdali práci v požadované formě a kvalitě. Nejvíce zástupců mělo kolo horského typu (MTB) - 169 kusů. Druhým nejčastěji se objevujícím typem bylo kolo silniční - 49, následované krosovým typem - 41. Trekové jízdní kolo bylo uvedeno v 32 pracích. Freestylové kolo mělo 8 zástupců. Nejméně obvyklými typy byla kola trialová - 3, fitness - 2 a bikrosová - 1. (Rozdělením kol do různých kategorií dle rozličných hledisek se zabývá M. Novotný ve své bakalářské práci Rozdělení jízdních kol pro potřeby technického znelectví, které je zpracovávána paralelně k mé práci.)

Ze souboru dat bylo možno určit průměrné trojúhelníky posazu (H bod a R bod byly pro toto měření přesunuty do geometrického středu sedla):

Tabulka 9: Hodnoty průměrných trojúhelníků posazu

Rovina	Vztažné body	Vzdálenost [mm]
Svislá	sedlo - říditka	724
	sedlo - kliky	705
	kliky - říditka	853
Vodorovná	sedlo - levé říditko	746
	sedlo - pravé říditko	744
	levé říditko - pravé říditko	593

K těmto hodnotám je třeba dodat, že byly sestaveny z údajů poskytnutých studenty, což znamená, že není možné zaručit a ověřit podmínky a způsob měření ani jejich správnost. Další důležitou skutečností je fakt, že vzhledem k nesprávnému vypracování odpovědního formuláře nebyla některá důležitá data získána (konkrétně část výškového vymezení trojúhelníku). Bude-li příležitost provést tento průzkum i v dalších ročnících, budou již po těchto zkušenostech získána všechna relevantní data, aby bylo možno dojít k úplným a celkovým výsledkům.

Dále bylo provedeno porovnání průměrných trojúhelníků jednotlivých typů jízdních kol. Nejprve oproti celkovému průměrnému trojúhelníku, kde byly zjištěny velké relativní odchylky (u některých hodnot až desítky procent) u typů, které byly zastoupeny malým počtem kol (trialové, bikrosové, fitness, freestylové). Následně byly porovnány hodnoty čtyř nejvíce zastoupených typů (kola treková, silniční, krosová a horská). Výsledkem bylo zjištění, že jednotlivé vzdálenosti vztažných bodů se liší v řádu procent (nejvyšší hodnota 9,95% - vzdálenost řídítek v porovnání silničního a horského kola, jiné hodnoty jsou prakticky totožné - vzdálenost řídítek trekového a krosového kola).

3.4.3 Shrnutí

Závěrem lze říci, že jsou-li u motocyklů trojúhelníky posazu výrazně ovlivněny typem motocyklu [22], tak u jízdních kol jsou trojúhelníky posazu, jak ukázalo uvedené šetření, až na výjimky, co do velikosti podobné. K potvrzení či vyvrácení této myšlenky je zapotřebí dalšího zkoumání. Je třeba rozšířit databázi jízdních kol a jejich posazů, především u typů, které měly

v tomto prvním přiblížení malé zastoupení. Bylo by též vhodné stanovit mez přesnosti při měření jednotlivých vzdáleností, probíhalo-li by zjišťování znovu formou semestrální práce studentů.

Je-li kolo správně nastaveno vzhledem k parametrům jezdce, mohlo by být možno z nastavení určit výšku jezdce. Naopak dle postavy jezdce by mohlo být možno zjistit jeho konfiguraci při jízdě, ačkoli lze předpokládat odchylky v důsledku individuálních potřeb. Toto by mohlo být případně využito při analýze dopravních nehod s účastí cyklistů. Uvedené i mnohé další úkoly by mohly být tématem pro moji případnou diplomovou práci

4 Jízdní režimy cyklisty využitelné ve znalecké praxi

Nehod cyklistů je i přes zavádění a realizaci různých bezpečnostních opatření stále mnoho. Některé z nich, především ty s tragickými následky, je třeba zkoumat a podrobit analýze. Proto je cílem této kapitoly nastínit základní jízdní režimy, které jsou typické pro pohyb soustavy cyklista - jízdní kolo a které jsou využitelné ve znalecké praxi. Cyklista uskutečňuje při jízdě rozličné manévry, některé z nich mohou vést až k nehodě. Jako nejvýznamnější lze jmenovat rozjezd, brzdění, manévrování v jízdním koridoru či jízdu v oblouku.

4.1 Dopředný pohyb

Jako dopředný pohyb lze označit pohyb zrychlený - rozjezd, pohyb zpomalený - brzdění i pohyb rovnoměrný - jízda konstantní rychlostí. Těmto fázím jízdy se věnuji z odlišného pohledu na jiném místě této práce, zde jsou uvedeny především různé detaily s ohledem na využití při analýze dopravních nehod.

- a) Pohyb zrychlený - rozjezd. Velikost zrychlení je závislá především na převodovém stupni a fyzických možnostech cyklisty. Tato fáze jízdy je z pohledu analýzy dopravních nehod důležitá například v místech křížení komunikací, na nichž je cyklistický provoz veden společně s provozem motorovým. Rozjíždí-li se cyklista při přejezdu křížující komunikace z klidu, věnuje největší úsilí právě rozjezdu a chce-li dosáhnout největšího možného zrychlení, přichází v úvahu zvětšení boční výchytky nad únosnou mez (především u nezkoušených cyklistů) a cyklista vybočuje do jízdní dráhy okolo jedoucího vozidla. Obdobná situace nastává, vjíždí-li cyklista na hlavní komunikaci z komunikace vedlejší v případě předchozího zastavení. Zde jsou ovšem podmínky trochu komplikovanější, pokud musí cyklista provést též změnu směru jízdy. Avšak zvětšení příčného vybočení je možné sledovat při jakémkoli rozjezdu, nejen při náhlém zrychlování. Toto je dáno tím, že síla končetiny působící na pedál neleží v těžišti soustavy cyklista - jízdní kolo. Moment síly působí na tělo jezdce, který se snaží vyrovnat tento moment protisilou horní končetiny, která drží řídítka. V důsledku toho dochází k mírnému pootočení řídítek ve směru k sešlapovanému pedálu. [23]
- b) Pohyb zpomalený - brzdění. Velikost brzděného zpomalení je závislá na druhu a kvalitě použitých brzd a také na pneumatikách a povrchu komunikace. Také schopnosti cyklisty hrají roli, neboť při nevhodném brzdění dochází k porušení rovnováhy a přepadnutí cyklisty přes řídítka (více viz kapitola Mechanika jízdního kola).

Zvláštností zpomaleného pohybu jízdních kol je, že v některých případech i při vysokých hodnotách brzděného zpomalení a blokaci kol nedochází ke vzniku stop. To může mít za následek zkomplikování analýzy nehodového děje.

Pro znaleckou praxi je třeba znát hodnoty brzděného zpomalení na různých površích a za různých podmínek. Z uskutečněných měření byla stanovena celá řada hodnot, a to nejen maximálně dosažitelných, ale i reálných, kterých je dosahováno v běžném provozu. V dnešní době ovšem existuje mnoho typů brzd montovaných na jízdní kola a ne pro všechny z nich byly hodnoty stanoveny. Proto se domnívám, že se v této oblasti otevírá prostor pro zjištění a ověření již získaných hodnot při technických experimentech, což by mohlo být náplní mé případné další práce.

- c) Pohyb rovnoměrný. Zatímco předcházející pohyby jsou krátkodobé, snažíme se při jízdě co nejdéle setrvávat v rovnoměrném pohybu, tedy jet konstantní rychlostí, což je energeticky nejúspornější. Toto je ale samozřejmě do jisté míry ovlivněno profilem trati.

Při přímém směru jízdy za konstantní rychlosti můžeme, lépe než v jiných fázích jízdy, vidět, že pohyb cyklisty skutečně není přímočarý, nýbrž se odehrává ve vlnách, jak je uvedeno v kapitole Mechanika jízdního kola. Součet amplitud mikrovln a makrovln, tedy velikost příčného vybočení, byla z pokusů stanovena na 0,5 metru pro zkušené cyklisty a až 1,5 m u cyklistů méně zkušených či dětí. Velikost amplitud, především makrovlny, je též ovlivněna stavem cyklisty. Je-li cyklista pod vlivem léků, alkoholu či omamných látek, amplituda dosahuje jiných hodnot. Vyšších hodnot taktéž může amplituda nabývat v závislosti na otočení hlavy cyklisty. Kontroluje-li cyklista například situaci za sebou, dochází k příčnému vybočení. Posčítáme-li maximální výchylky, dojdeme k číslu 1,5 m u zkušených a 3,5 m u nezkušených cyklistů. Toto jsou maximální hodnoty při sečtení kladných amplitud a souhlasného vybočení, jež je způsobeno otočením hlavy. [19]

Vybočení způsobené nejen např. otočením hlavou může být příčinou vzniku nehody. Výrazné odchylení od původní dráhy jízdy může být zapříčiněno překážkou, kterou se cyklista snažil objet. Překážky lze rozdělit na pevné (výtluk, kanál), občasné, proměnlivé a nepohyblivé (kaluže) a pohyblivé (chodci, vozidla). V takovém případě, ale i u nehod, které nebyly zřejmě způsobeny vybočením, je vhodné sledovat provoz v místě nehody. Je možno zjistit, jak místem projíždějí náhodní cyklisté nebo jak rozsáhlé a jakého tvaru se na tomto místě tvoří kaluže, což může přispět k objasnění důvodů i průběhu nehody. [24]

4.2 Jízda obloukem

Jízda obloukem je poměrně zevrubně, obdobně jako přecházející jízdní režimy, rozebrána v kapitole Mechanika jízdního kola. Bylo mj. zmíněno, že jízdní kolo zanechává v oblouku dvě stopy - předním i zadním kolem. Tyto stopy se blíží kružnicím. Počátek i konec stop taktéž vykazují kružnicový charakter, přechodnicové oblouky nebyly nalezeny. Při počátku jízdy obloukem není ve většině případů používán manévr jako u motocyklistů, kteří před jízdou vlevo natočí nepatrně řídlíka vpravo, což následně umožní naklopení vlevo a jízdu levým obloukem. U jízdního kola dochází k současnému natočení předního kola i jeho naklopení do směru oblouku. [19]

4.3 Příčné přemístění

Příčným přemístěním jsou ve většině situací v silničním provozu prováděny vyhýbací manévry. Vyhýbacím přitom nazýváme takový manévr, při kterém se vozidlo během jízdy přemístí v rovině rovnoběžné s vozovkou ve směru kolmém ke směru původní jízdy. Takovým manévrem může být např. změna jízdního pruhu během předjíždění, náhlé vybočení z důvodu vyhýbání se překážce apod. [25]

Pro výpočet času potřebného pro příčné přemístění o šířkovou hodnotu y při bočním zrychlení a_y je využíván tzv. Kovaříkův vzorec:

$$T_y = 1,41 \sqrt{\frac{y}{a_y}} \quad (48), \text{ pro přemístění jednoduchým obloukem}$$

$$T_y = 2,0 \sqrt{\frac{y}{a_y}} \quad (49), \text{ pro přemístění dvojitým obloukem}$$

Za pomocí těchto vzorců je možno tedy též zjistit velikost příčného zrychlení a_y . Z měření Ing. Krejsy vyplynulo, že maximální hodnoty příčného zrychlení se pohybují v rozsahu 2,0 až 3,0 m.s⁻² a hodnoty běžné v provozu nabývají hodnot polovičních či ještě nižších. [19]

5 Závěr

Tato práce se zabývá základními zákonitostmi pohybu cyklisty. Jak zákonitostmi ve smyslu zákonů či vyhlášek, tak z pohledu fyziky.

Kapitola „Legislativa“ je věnována zákonům, vyhláškám, normám či technickým podmínkám českým, ale též zahraničním. Z české legislativy jsem se pokusil rozebrat a analyzovat všechny důležité právní i technické normy. Popisuji, jaká práva a povinnosti mají cyklisté jako účastníci provozu, jak se navrhuje cyklostezky či jak jsou vedeny. Ze zahraničních pravidel jsou vybrány některé části, které považuji za důležité či zajímavé.

Navazující kapitola „Rozbor statistik nehodovosti“ ukazuje, že ačkoli počet nehod s účastí cyklisty oproti roku 2010 vzrostl, počet usmrcených cyklistů opět klesl. Jistou roli možná hraje informovanost o používání cyklistických přileb. Ty, jak ukazují data, zabraňují tragickým následkům dopravních nehod. V roce 2011 tvořila skupina usmrcených jezdců s přilbou jen jednu desetinu z celkového počtu obětí. Mou snahou také bylo analyzovat data o nehodovosti v rámci EU, ta byla ovšem zhcena nedostupností či neaktuálností dat.

Naproti tomu kapitola „Mechanika jízdního kola“ přináší ucelený pohled na jízdu cyklisty z pohledu fyziky. Popisuji zde stabilitu jízdního kola či ukazuji aparát k zjištění polohy těžiště. Jednotlivě rozebírám pohyby jízdního kola a vyjmenovávám odpory, které na jízdní kolo působí. Zajímavou myšlenkou je klasifikace jízdních kol a jezdců podle tzv. trojúhelníku posazu. První průzkum přinesl neúplné výsledky a tak bude zapotřebí dalších měření. Nejen v této oblasti by mohla být využita tzv. fotogrammetrie. S pomocí jejích metod by mohly být trojúhelníky posazu určeny u velkého vzorku cyklistů bez nutnosti jejich aktivní účasti. Stejně tak by mohla být použita při ověřování a zpřesňování velikosti mikrovln a makrovln.

V poslední kapitole „Jízdní režimy cyklisty využitelné ve znalecké praxi“ se podrobněji věnuji dopřednému pohybu, jízdě v oblouku a příčnému přemístění. Popisuji jakým způsobem je pohyb cyklisty v silničním provozu ovlivněn a naopak jakým jej ovlivňuje. Ukazuji, jaký má rozjezd vliv na zvětšení amplitudy mikrovln a makrovln, což může způsobit v některých okamžicích nepříjemnosti nebo jaké mohou být příčiny vzniku nehodového děje.

Myslím si, že tato bakalářská práce naplnila svůj potenciál a přináší komplexní pohled na legislativu v oblasti cyklistiky či pohyb soustavy cyklista - jízdní kolo. Zároveň upozornila na některé otázky a úkoly, které by mohly být náplní mé případné další práce.

6 Seznam použitých pramenů

- [1] ČSN 73 61 10. *Projektování místních komunikací*. 2006.
- [2] *Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů*.
- [3] *Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů*.
- [4] *Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů*.
- [5] *Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů č. 30/2001 Sb., kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích a úprava a řízení provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů*.
- [6] Magistrát hl. m. Prahy. *Praha cyklistická*. Praha: 2009, 39 s.
- [7] *Vyhláška 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích*.
- [8] ČSN 73 61 02. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. 2007.
- [9] *Zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník, ve znění pozdějších předpisů*.
- [10] Centrum dopravního výzkumu. *Cyklistické desatero pro města*. Brno, 2011. [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: www.cyklostrategie.cz/file/cyklisticka-mesta-cyklisticke-desatero/
- [11] Michot, A. *Les cyclistes pourront bientôt griller les feux rouges a Paris*. Le Figaro [online]. 2012 [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.lefigaro.fr/actualite-france/2012/01/30/01016-20120130ARTFIG00430-les-cyclistes-pourront-bientot-griller-les-feux-rouges-a-paris.php>
- [12] *Používání přileb, povinné vybavení kola v zahraničí*. Cyklistika Krnov [online]. 2011 [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.cyklistikakrnov.com/Clanky/09/cyklisticke-prilby-vybaveni-kola-v-zahranici.htm>
- [13] *Sněmovní tisk č. 463/2011*. Návrh poslanců Václava Cempírka a Jany Kaslové na vydání zákona, kterým se mění zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích („zákon o silničním provozu“) a o změnách některých dalších souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

- [14] Cach, T., Decarli, L., Syrový, K., Vrtalová, J. *Přívěsné vozíky a přeprava dětí na jízdních kolech: Současná legislativa a připravované změny*. [online]. 2011 [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.cyklostrategie.cz/file/cyklolegislativa-projednani-legislativnich-zmen-privesne-voziky-a-preprava-deti-na-jizdnich-kolech/>
- [15] Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia ČR.
- [16] European Commission. *CARE database - reports and graphics*. [online]. [cit. 2012-06-21]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics/care_reports_graphics/index_en.htm
- [17] Kasanický, G., Kohút, P. *Analýza nehod jednostopých vozidel*. Žilina, Žilinská univerzita, 2008. ISBN 80-7100-598-3.
- [18] Cibula, K. *Mechanika jízdního kola*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 93 s. ISBN 80-01-03016-4.
- [19] Krejsa, I. *Problematika nehod s účastí cyklistů*. Soudní inženýrství č. 5/6, 1997, ročník 8. Str. 28-30.
- [20] Kračmar, B., Vystrčilová, M. *Nové pohledy na pohybové aktivity člověka – VI. Jízda na kole*. Tělesná výchova a sport mládeže, 2007, sv. 73, s. 2–9. ISSN 1210-7689.
- [21] FIRST, Jiří. *Zkoušení automobilů a motocyklů: příručka pro konstruktéry*. Vyd. 1. Praha: S&T CZ, 2008, 348 s. ISBN 978-80-254-1850-5.
- [22] Strobl, S. *Posaz řidiče jednostopého motorového vozidla jako prvek bezpečnosti*. Praha, 2006. Diplomová práce (Ing.). České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Katedra dopravní techniky. Vedoucí práce Jiří First.
- [23] Prčík, S. *Vybraná měření pohybu jízdních kol - brzdění a jízda v oblouku*. Brno, 2011. Diplomová práce (Ing.). Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství. Vedoucí práce Marek Semela.
- [24] Krejsa, I. *Problematika nehod s účastí cyklistů - II. část*. Soudní inženýrství č. 8, 1998, ročník 9. Str. 234 - 238.
- [25] Bradáč, A. *Příčné přemístění vozidel při analýze silniční nehody*. Soudní inženýrství. 2005, roč. 16, č. 5, str. 267.

7 Seznam obrázků

Obrázek 1: Přední kolo a významné hodnoty pro určení stability	33
Obrázek 2: Určení polohy těžiště a silové poměry na kole.....	35
Obrázek 3: Proměnnost síly na obvodu zadního kola.....	37
Obrázek 4: Síly a jejich výslednice v těžišti při brzdění.....	39
Obrázek 5: Rozložení sil při brzdění.....	39
Obrázek 6: Odstředivá síla a naklonění bicyklu	41
Obrázek 7: Rozložení sil při průjezdu klopeným obloukem.....	42
Obrázek 8: Odpor valení	44
Obrázek 9: Trojúhelníky posazu na jízdním kole	46

8 Seznam tabulek

Tabulka 1: Počet nehod na území ČR a jejich následky do 24 hodin	29
Tabulka 2: Úmrtí po dopravních nehodách na území EU, stav do 30 dnů	30
Tabulka 3: Počet nehod s účastí cyklistů na území ČR a jejich následky do 24 hodin	30
Tabulka 4: Úmrtí cyklistů po dopravních nehodách na území EU, stav do 30 dnů.....	30
Tabulka 5: Viník nehody s účastí cyklisty	31
Tabulka 6: Hlavní příčiny nehod zaviněných cyklisty.....	31
Tabulka 7: Následky nehod cyklistů s přilbou a bez ní (stav do 24 hodin)	32
Tabulka 8: Počet nehod zaviněných cyklisty pod vlivem alkoholu.....	32
Tabulka 9: Hodnoty průměrných trojúhelníků posazu	47