



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Michal Rubač

STUDIE BEZPEČNOSTI CYKLISTŮ

Diplomová práce

2019



K616.....Ústav dopravních prostředků

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. Michal Rubač

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Studie bezpečnosti cyklistů**

Název tématu (anglicky): Study of cyclists' safety

Zásady pro vypracování

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

- Uveďte statistiku nehodovosti cyklistů
- Popište příčiny nehod cyklistů vč. zhodnocení závažnosti
- Popište typy kolizí cyklistů a průběh nehodového děje cyklisty
- Uveďte možné bezpečnostní prvky pro cyklisty a vliv na jejich ochranu
- Na základě získaných informací zvolte vhodný parametr týkající se bezpečnosti a experimentálně jej ověřte
- Na základě výsledků experimentu navrhnete opatření ke zlepšení bezpečnosti cyklistů



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Kramer, F.: Passive Sicherheit von Kraftfahrzeugen, Wiesbaden, 2009, ISBN 978-3-8348-0536-2
Statistiky dopravní nehodovosti

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Josef Mík, Ph.D.**

Datum zadání diplomové práce: **22. června 2017**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **28. května 2019**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.
vedoucí
Ústavu dopravních prostředků



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

Bc. Michal Rubač
jméno a podpis studenta

V Praze dne 3. prosince 2018

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji vedoucím práce Ing. Josefu Míkovi, Ph.D., za odborné vedení a konzultování diplomové práce a za rady, které mi poskytoval po celou dobu mého studia. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Adamu Orlickému za tvorbu a konzultaci ohledně počítačové simulace pro experiment. V neposlední řadě je mou milou povinností poděkovat své rodině za morální a materiální podporu, které se mi dostávalo po celou dobu studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

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.

Nemám závažný důvod proti užití 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).

V Praze dne 28. května 2019

.....

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

STUDIE BEZPEČNOSTI CYKLISTŮ

Diplomová práce

květen 2019

Bc. Michal Rubač

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce „Studie bezpečnosti cyklistů“ je zhodnotit statistiku nehodovosti cyklistů, popsat příčiny nehod cyklistů a typy těchto nehod spolu s průběhem nehodového děje. Cílem práce je popsat a zhodnotit možné bezpečnostní prvky cyklistů, vybrat vhodný parametr a experimentálně jej ověřit a následně na základě experimentálního testování navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení bezpečnosti cyklistů.

ABSTRACT

The subject of the thesis "Study of cyclists' safety" is to evaluate the statistics accidents involving cyclists, to describe the causes of such accidents and the types of these accidents together with the course of the accident. The aim is to describe and assess the possible safety features of cyclists, select a suitable parameter to be experimentally tested for verification and propose measures to improve the safety of cyclists based on the outcomes of performed experiment testing.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bezpečnost cyklistů, statistika nehodovosti, cyklista, bezpečnostní prvky, viditelnost, osvětlení

KEY WORDS

Cyclists safety, accident rate statistics, cyclist, safety features, visibility, lightning

Obsah

| | |
|--|----|
| Obsah..... | 7 |
| Seznam použitých zkratk | 10 |
| 1 Úvod | 11 |
| 2 Statistika nehodovosti cyklistů | 11 |
| 2.1 Národní strategie bezpečnosti silničního provozu | 11 |
| 2.1.1 Dlouhodobý vývoj | 13 |
| 2.1.2 Aktuální vývoj v roce 2017 | 14 |
| 2.1.3 Vývoj v roce 2017 podle jednotlivých krajů | 16 |
| 2.2 Používání cyklistické helmy | 17 |
| 2.3 Dlouhodobý vývoj usmrčených cyklistů | 18 |
| 2.4 Časové statistiky nehod | 21 |
| 2.4.1 Rozdělení podle měsíců v roce | 21 |
| 2.4.2 Rozdělení podle dnů v týdnu | 22 |
| 2.4.3 Rozdělení podle hodin během dne | 24 |
| 2.5 Věkové statistiky | 26 |
| 2.6 Alkohol a návykové látky | 26 |
| 2.7 Místo nehody cyklistů | 29 |
| 2.8 Příčiny nehod cyklistů - statistika | 29 |
| 3 Příčiny nehod cyklistů | 29 |
| 3.1 Nesprávný způsob jízdy | 30 |
| 3.2 Nedání přednosti | 30 |
| 3.3 Nepřiměřená rychlost | 30 |
| 3.4 Nesprávné předjíždění | 30 |
| 3.5.1 Nedodržení vzdálenosti | 30 |
| 3.5.2 Špatné osvětlení | 31 |
| 3.5.3 Okružní křižovatka | 31 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.5.4 | Náraz do dveří | 31 |
| 3.5.5 | Slepý úhel..... | 31 |
| 3.5.6 | Kolize s pěšími nebo zvířaty | 31 |
| 3.5.7 | Alkohol..... | 32 |
| 4 | Cyklistické chyby při jízdě | 32 |
| 4.1 | Jízda bez přilby..... | 32 |
| 4.2 | Alkohol..... | 32 |
| 4.3 | Nákupní tašky na řídítkách | 32 |
| 4.4 | Převoz větších nákladů..... | 32 |
| 4.5 | Podcenění jízdy na kole..... | 33 |
| 4.6 | Jízda po trasách pro pěší..... | 33 |
| 5 | Průběhy nehodových dějů | 33 |
| 5.1 | Poloha čelo – čelní | 33 |
| 5.2 | Poloha čelo – zadní | 35 |
| 5.3 | Poloha čelo – boční | 37 |
| 6 | Bezpečnostní prvky cyklistů..... | 38 |
| 6.1 | Prvky pasivní bezpečnosti cyklistů..... | 38 |
| 6.1.1 | Přilba | 39 |
| 6.1.2 | Cyklistické brýle..... | 40 |
| 6.1.3 | Cyklistické rukavice | 41 |
| 6.1.4 | Cyklistické boty..... | 41 |
| 6.1.5 | Cyklistické oblečení | 41 |
| 6.1.6 | Zátky řídítek..... | 42 |
| 6.1.7 | Karoserie vozidla | 42 |
| 6.2 | Prvky aktivní bezpečnosti cyklistů..... | 43 |
| 6.2.1 | Brzdy | 43 |
| 6.2.2 | Pneumatiky..... | 44 |
| 6.2.3 | Tlumiče..... | 45 |
| 6.2.4 | Osvětlení cyklistů..... | 45 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7 | Experiment | 51 |
| 7.1 | Subjektivní experiment | 52 |
| 7.1.1 | Prostředí experimentu | 52 |
| 7.1.2 | Objekty experimentu | 52 |
| 7.1.3 | Průběh experimentu | 55 |
| 7.2 | Objektivní experiment | 61 |
| 7.2.1 | Noc | 62 |
| 7.2.2 | Mlha | 63 |
| 7.2.3 | Děšť v podvečer | 64 |
| 8 | Opatření ke zlepšení bezpečnosti cyklistů | 65 |
| 9 | Závěr | 67 |
| 10 | Použité zdroje | 69 |
| 11 | Seznam obrázků | 72 |
| 12 | Seznam tabulek | 74 |

Seznam použitých zkratk

| | |
|--------|---|
| NSBSP | Národní strategie bezpečnosti silničního provozu |
| ČR | Česká republika |
| JLF UK | Jesseniova lékařská fakulta Univerzita Komenského |
| MFN | Martinská fakultná nemocnica |
| PVB | Polyvinyl butyral |
| MIPS | Multi-Directional Impact Protection System |
| OA | Osobní automobil |
| PČR | Policie České republiky |

1 Úvod

Cyklistická doprava v České republice zažívá v posledních letech obrovský rozvoj a každoročně přibývá aktivních cyklistů, kteří využívají své kolo jak k dopravní funkci, tak také k rekreační. Tomuto rozmachu navíc přispívá velká oblíbenost elektrokol, která zachovávají cyklistické nadšení i lidem méně výkonným z různých věkových i zdravotních skupin. S cyklistikou souvisí trend ekologie a zdravého životního stylu a mnoho lidí začalo více využívat cyklistickou dopravu. Města hledají nejrůznější alternativy k individuální automobilové dopravě a kladně podporují rozvoj cyklistické dopravy výstavbou nové infrastruktury. Mezi největší výhody cyklistické dopravy patří relativně nízká pořizovací cena jízdních kol oproti automobilům, minimální provozní náklady, možnost využití bez řidičského průkazu a nulová ekologická zátěž. Bohužel naproti těmto všem výhodám panuje v České republice vysoká averze řidičů osobních automobilů vůči cyklistům, která mnohdy přechází až v útoky. Na druhou stranu mají cyklisté zažito mnoho nešvarů, které vedou k jejich nehodovosti. Proto je třeba dbát na bezpečnost cyklistů a snažit se ochránit obě skupiny v nejvyšší možné míře všemi dostupnými prostředky, a to jak stavbou cyklistických komunikací, tak prvky pasivní a aktivní bezpečnosti cyklistů.

K cyklistické dopravě mám velice blízko už od útlého mládí. Od té doby se cyklistická doprava velice změnila a je třeba reagovat na nynější trendy. Zároveň se snažím na cyklisty nahlížet z mnoha pohledů jako uživatel, projektant nebo řidič a rovněž se vzdělávat v oblasti konstrukce jízdních kol a mít přehled o novinkách na trhu. Proto jsem se rozhodl jako téma své práce zvolit studii bezpečnosti cyklistů, abych svým působením pomohl zkvalitnit tuto problematiku, se kterou se potýkám prakticky denně. Cílem této práce je shrnutí statistik nehodovosti cyklistů, seskupení příčin a typů nehod cyklistů, vytipování bezpečnostních prvků cyklistů. Dalším krokem je v praktické části provedení experimentu, podle kterého bude následně navrženo opatření ke zlepšení bezpečnosti cyklistů.

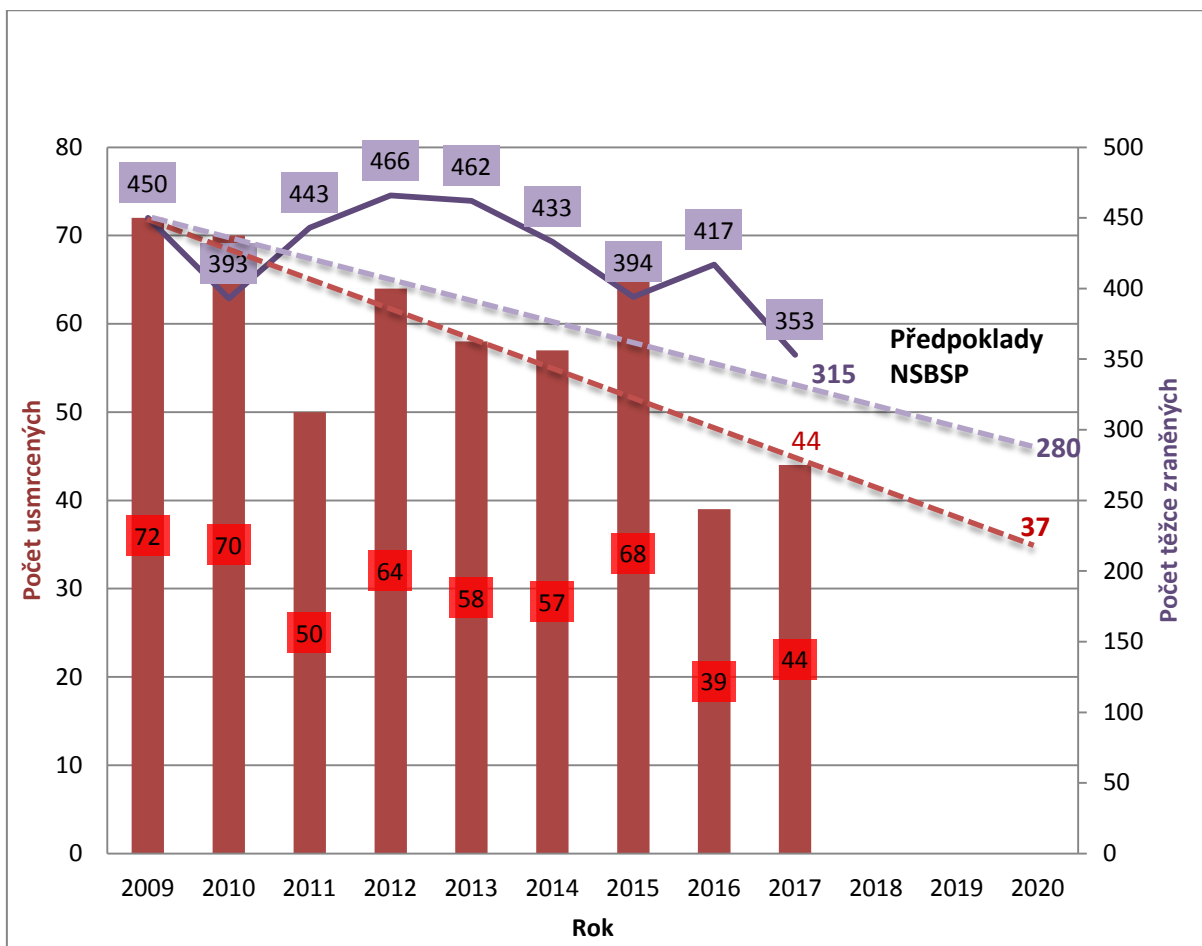
2 Statistika nehodovosti cyklistů

2.1 Národní strategie bezpečnosti silničního provozu

Cílem Národní strategie bezpečnosti silničního provozu (NSBSP) 2020 je snížení počtu usmrcených osob při dopravních nehodách v porovnání s rokem 2009 na úroveň průměru zemí EU, což se rovná přibližně snížení o 60 %. V případě těžce zraněných osob je toto snížení

o 40 %. Podle strategie NSBSP je cílovým předpokladem nepřekročit počet 333 usmrcených osob a počet 2 122 těžce zraněných osob. [1]

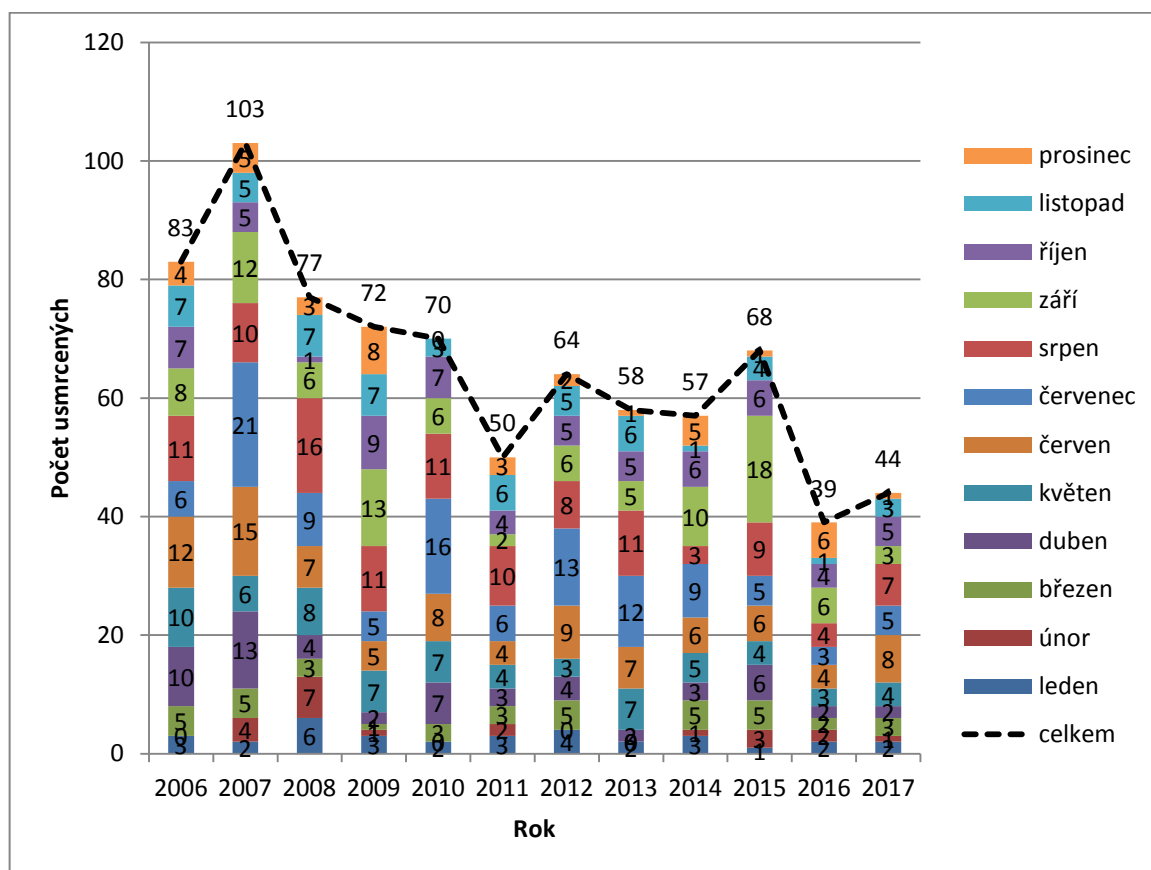
V případě cyklistů NSBSP v roce 2020 počítá s nepřekročením hranice 37 usmrcených osob a 280 těžce zraněných cyklistů. V roce 2017 byl tento předpoklad 44 usmrcených cyklistů a 315 těžce zraněných, bohužel se jej nepodařilo udržet a počet usmrcených cyklistů byl překročen už v říjnu. [1]



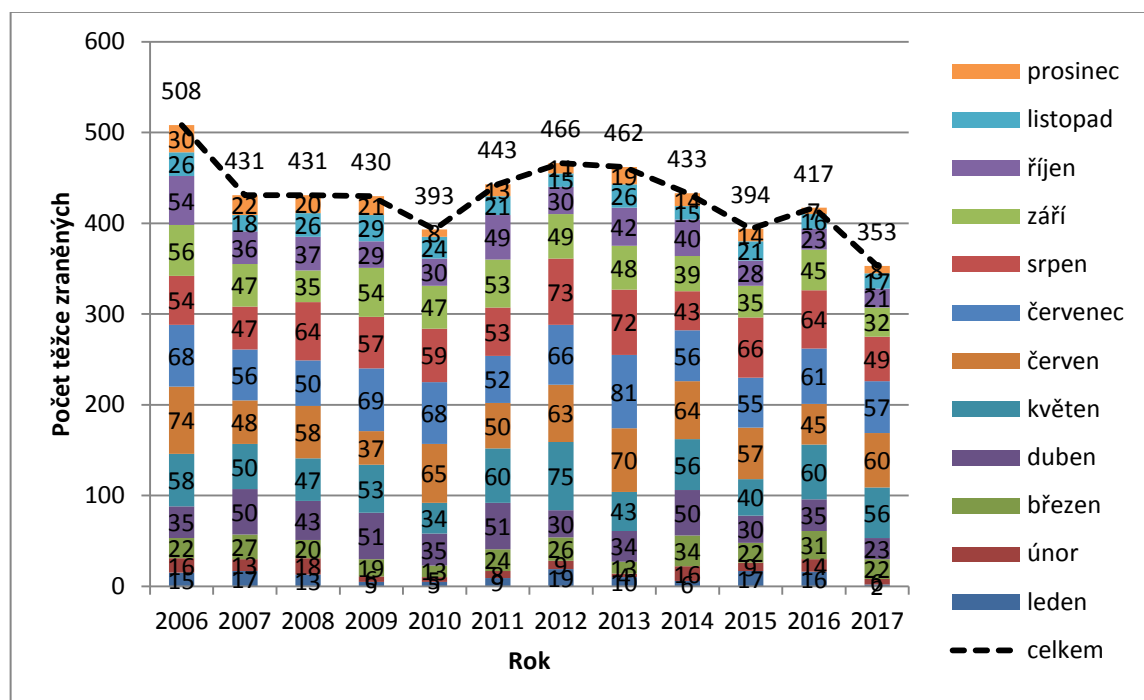
Obrázek 1 – Vývoj počtu usmrcených a těžce zraněných cyklistů vzhledem k Národní strategii bezpečnosti silničního provozu [1]

Jak můžeme vyčíst z grafu na obrázku 1, udržet počet usmrcených cyklistů se podařilo pouze v roce 2016 a 2011, silné překročení hranice zaznamenáváme v roce 2015. U těžce zraněných cyklistů se nedaří udržet hranice dlouhodobě už od roku 2011, avšak od roku 2012 má křivka klesající charakter. [1]

2.1.1 Dlouhodobý vývoj



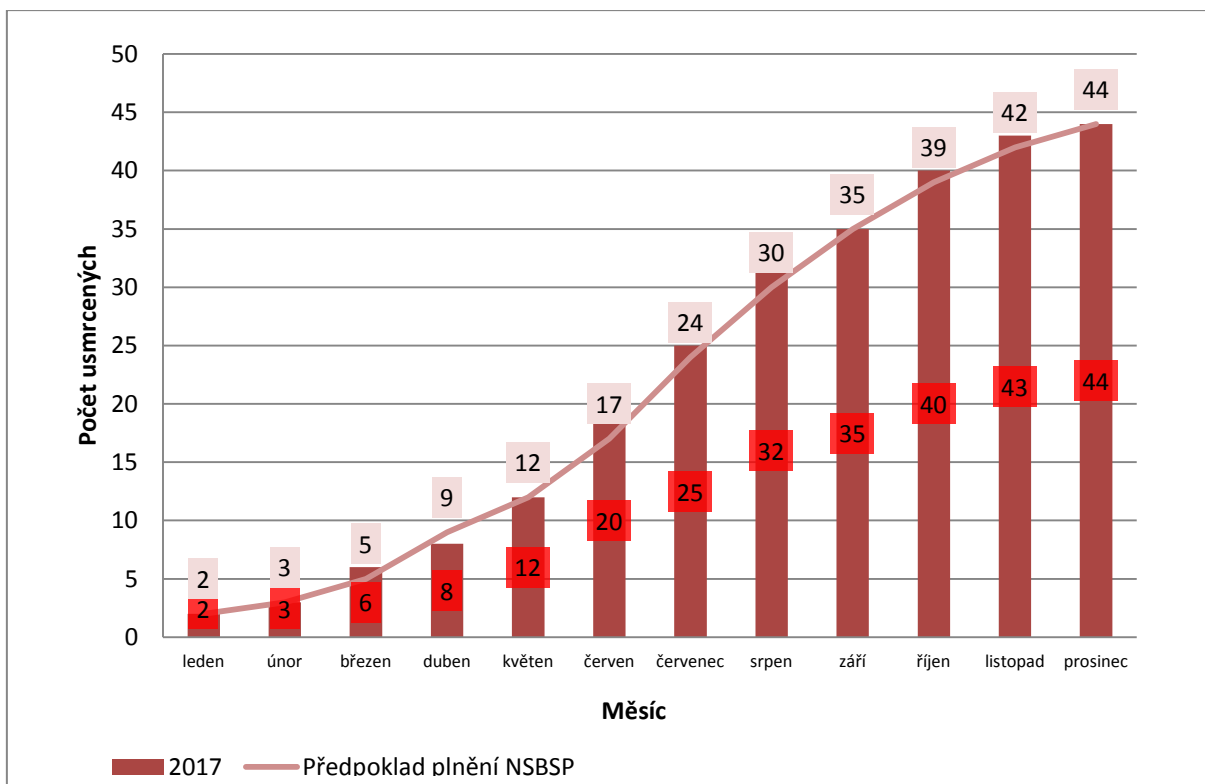
Obrázek 2 – Vývoj počtu usmrcených cyklistů na pozemních komunikacích v ČR [1]



Obrázek 3 – Vývoj počtu těžce zraněných cyklistů na pozemních komunikacích v ČR [1]

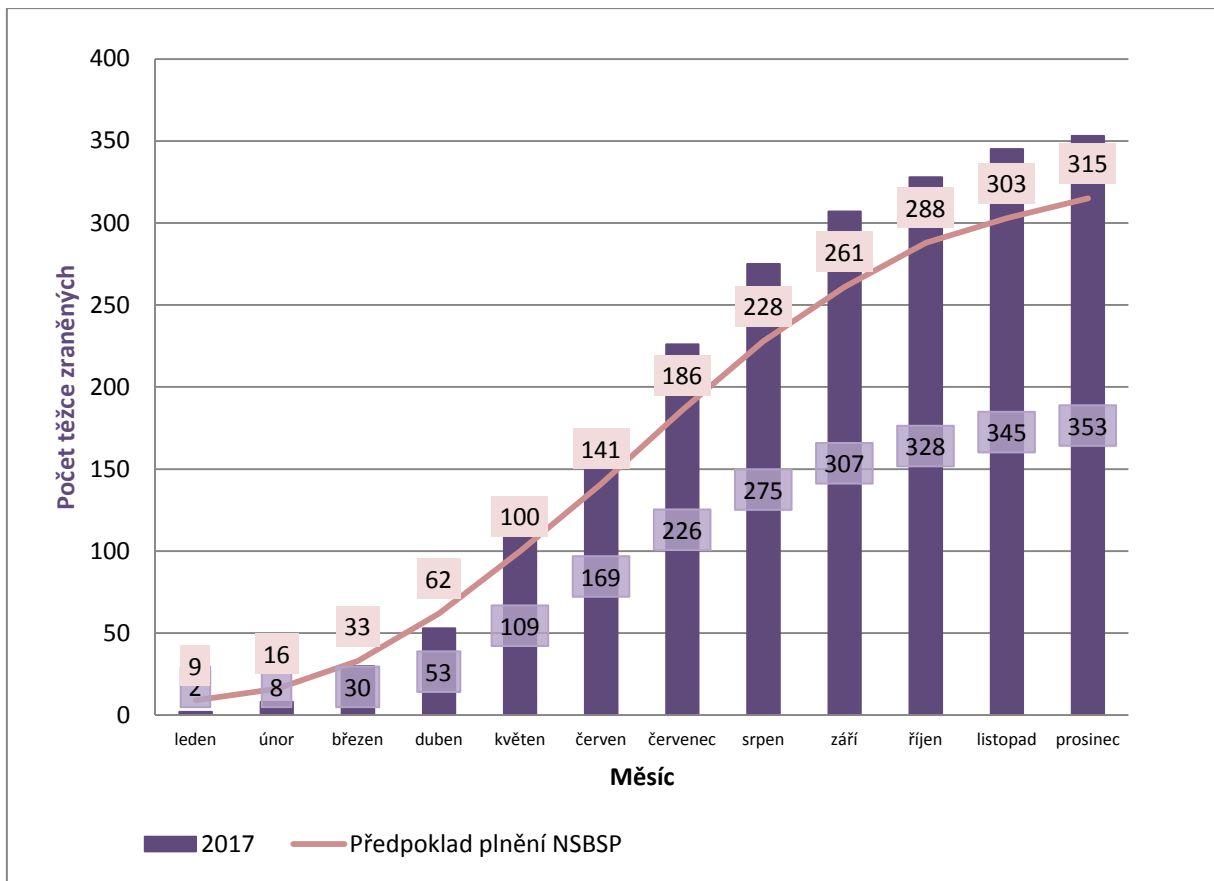
Na grafech z obrázku 2 a obrázku 3 vidíme dlouhodobější vývoj usmrcených a těžce zraněných cyklistů z dopravních nehod na pozemních komunikacích v ČR. V grafu usmrcených cyklistů je křivka klesající, v posledních letech se podařilo snížit počet usmrcených osob o 15–40 % oproti minulým rokům, kdy nejvíce nehod je dlouhodobě v rozmezí květen–září. Vývoj těžce zraněných osob z obrázku 3 je lehce klesající, místy konstantní. Nejvíce nehod má pak o něco širší rozmezí, a to duben–říjen. [1]

2.1.2 Aktuální vývoj v roce 2017



Obrázek 4 – Kumulativní vývoj počtu usmrcených cyklistů v roce 2017 vzhledem k NSBSP [10]

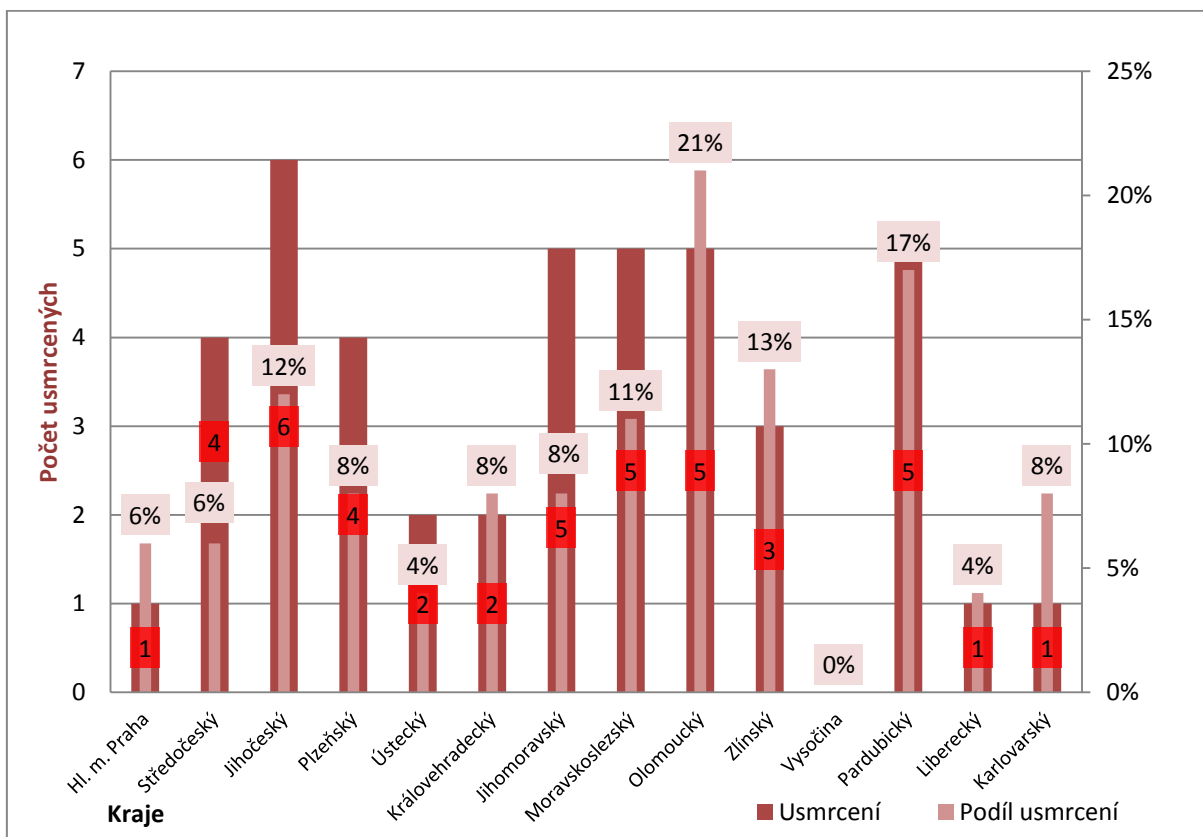
Graf z obrázku 4 představuje kumulativní vývoj počtu usmrcených osob za rok 2017. Jak je vidět z grafu patrné, největší přírůstky můžeme zaznamenat v oblasti letních měsíců, naopak v zimních měsících jsou nejmenší, ale zároveň nejsou nulové. Zároveň graf kopíruje křivku předpokladu NSBSP, který v závěru roku přesně odpovídal (44 cyklistů usmrceno). [1]



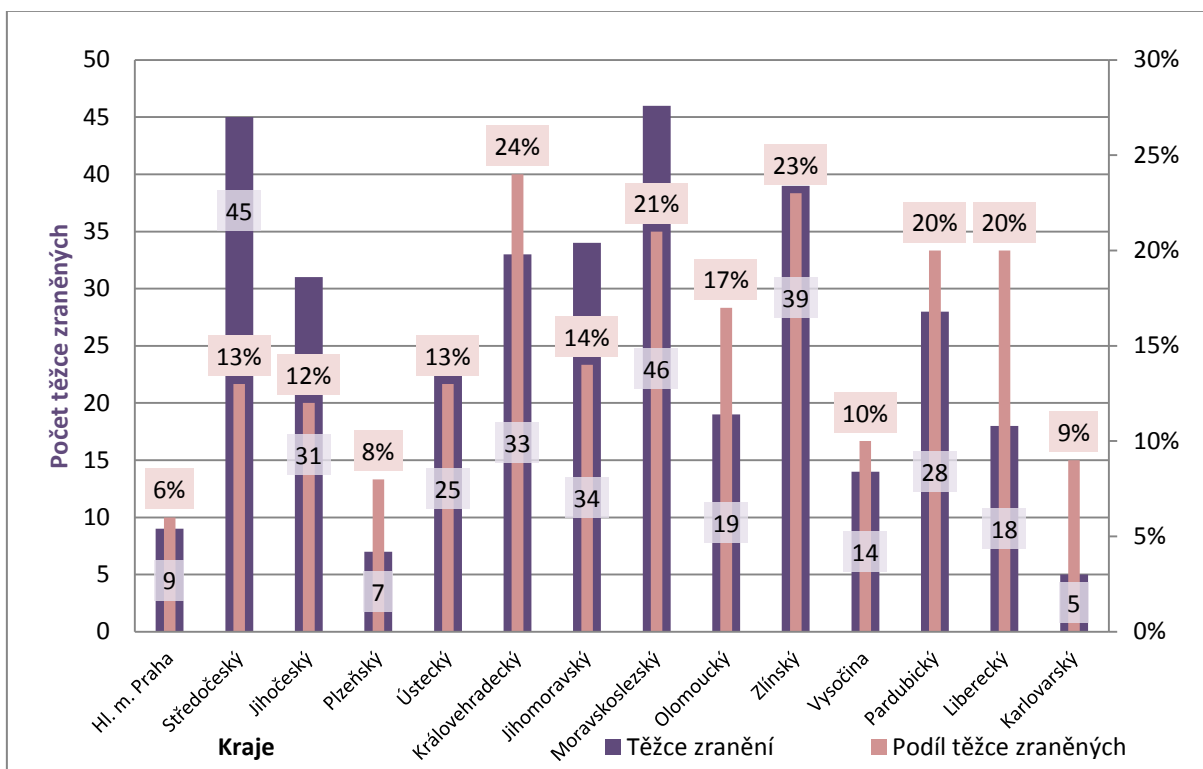
Obrázek 5 – Kumulativní vývoj počtu těžce zraněných cyklistů v roce 2017 vzhledem k NSBSP [1]

V grafu z obrázku 5 je vidět vývoj přírůstku počtu těžce zraněných cyklistů za rok 2017. Graf má podobný průběh jako graf z obrázku 4, neboť má rovněž největší přírůstky v letních měsících. Bohužel se nepodařilo naplnit předpoklad NSBSP (315 osob), který byl překročen na podzim a nakonec stoupl až na 353 osob, což odpovídá zvýšení o 12 %. [1]

2.1.3 Vývoj v roce 2017 podle jednotlivých krajů



Obrázek 6 – Počet usmrcených cyklistů v jednotlivých krajích v roce 2017 [1]

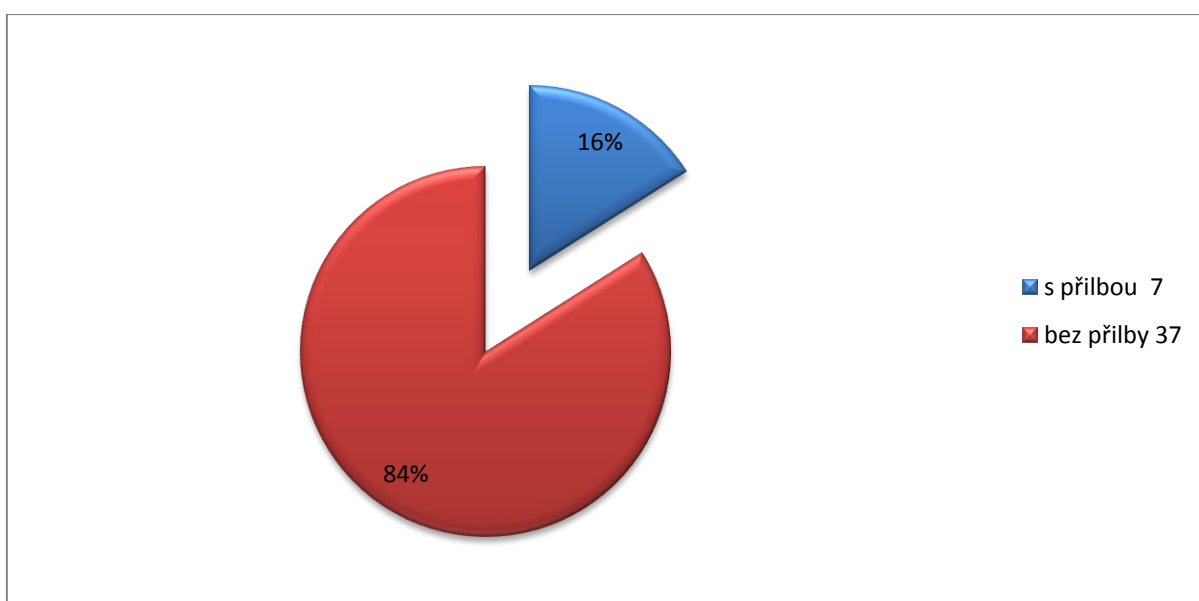


Obrázek 7 – Počet těžce zraněných cyklistů v jednotlivých krajích v roce 2017 [1]

V grafech z obrázků 6 a 7 je vidět rozdělení smrtelných a těžkých nehod cyklistů v roce 2017 podle krajů. Z grafů vyplývá, že v součtu usmrčených a těžce zraněných cyklistů je na tom nejlépe Karlovarský kraj, hl. město Praha, Plzeňský kraj a Vysočina, kde na Vysočině nebylo zaznamenáno ani jedno usmrcení cyklisty. Z grafu na obrázku 6 je zřejmé, že rozptyl jednotlivých krajů je 0–6 usmrčených cyklistů, kde nejvíc bylo zaznamenáno v Jihočeském kraji, a to v počtu 6. V grafu na obrázku 7 jsou rozdíly mezi kraji značné. Nejméně těžce zraněných cyklistů za rok 2017 bylo zaznamenáno v Karlovarském kraji (5 osob), Plzeňském kraji (7 osob) a v hlavním městě Praze (9 osob). Naopak nejvíce bylo v Moravskoslezském kraji (46 osob), Středočeském kraji (45 osob) a Zlínském kraji (39 osob). [1]

2.2 Používání cyklistické helmy

Dlouhodobým problémem ve vývoji statistik nehodovosti cyklistů je používání cyklistické helmy. Ze všech zaznamenaných smrtelných nehod v letech 2009–2017 nemělo cyklistickou přilbu 85 % cyklistů. Přitom se tato situace stále nedaří zlepšit, jak můžeme vidět v grafu na obrázku 8, 84 % usmrčených cyklistů v roce 2017 (37 osob) nemělo v době nehody cyklistickou helmu. [1]



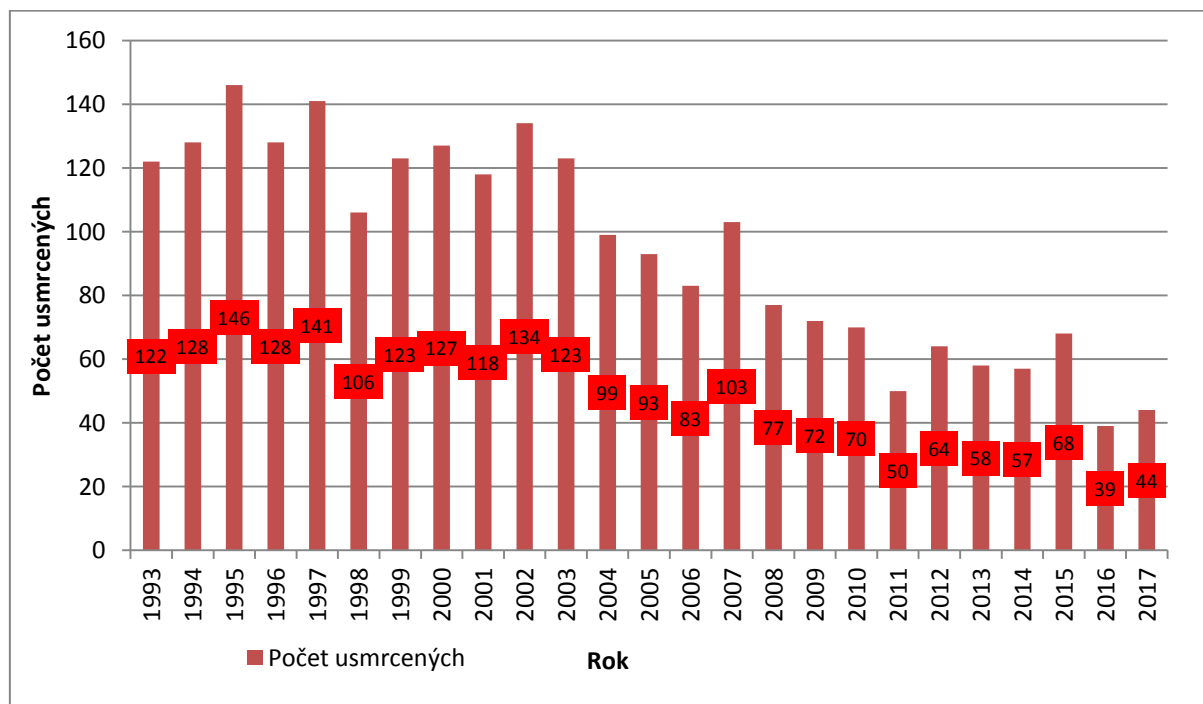
Obrázek 8 – Počet smrtelných nehod cyklistů v roce 2017 s přilbou a bez přilby [1]

| Cyklisté | Usmrceno | | | Těžce zraněno | | | Lehce zraněno | | |
|-----------|-----------|------------|--------|---------------|------------|--------|---------------|------------|--------|
| | S přilbou | Bez přilby | Celkem | S přilbou | Bez přilby | Celkem | S přilbou | Bez přilby | Celkem |
| 2009 | 7 | 65 | 72 | 81 | 349 | 430 | 583 | 2002 | 2585 |
| 2010 | 7 | 63 | 70 | 76 | 317 | 393 | 544 | 1752 | 2296 |
| 2011 | 5 | 45 | 50 | 100 | 343 | 443 | 799 | 2126 | 2925 |
| 2012 | 10 | 54 | 64 | 129 | 337 | 466 | 857 | 2196 | 3053 |
| 2013 | 10 | 48 | 58 | 117 | 344 | 461 | 851 | 2116 | 2967 |
| 2014 | 11 | 46 | 57 | 132 | 301 | 433 | 976 | 2281 | 3257 |
| 2015 | 12 | 56 | 68 | 122 | 272 | 394 | 951 | 2197 | 3148 |
| 2016 | 11 | 28 | 39 | 129 | 288 | 417 | 937 | 2134 | 3071 |
| 2017 | 7 | 37 | 44 | 106 | 247 | 353 | 954 | 1991 | 2945 |
| Meziročně | -4 | 9 | 5 | -23 | -41 | -64 | 17 | -143 | -126 |
| | -36,4% | 32,1% | 12,8% | -17,8% | -14,2% | -15,3% | 1,8% | -6,7% | -4,1% |

Tabulka 1 – Časový vývoj podílu následků dopravních nehod cyklistů bez/s přilbou [1]

V tabulce 1 můžeme vidět časový vývoj a druh zranění při dopravních nehodách cyklistů bez/s přilby. U usmrcených cyklistů bez přilby počet nehod zvolna klesal a v roce 2016 byl zaznamenán výrazný pokles, avšak ten se nepodařil udržet a v roce 2017 počet usmrcených zase stoupl o jednu třetinu. U těžce zraněných cyklistů bez přilby je vývoj dlouhodobě klesající, zatímco u lehce zraněných cyklistů bez přilby je vývoj spíše konstantní. U všech nehod cyklistů s přilbou zaznamenáváme nárůst až do roku 2014–2015, které nám tvoří maximální hodnoty a v následujících letech počty spíše klesají, avšak nikterak výrazně. [1]

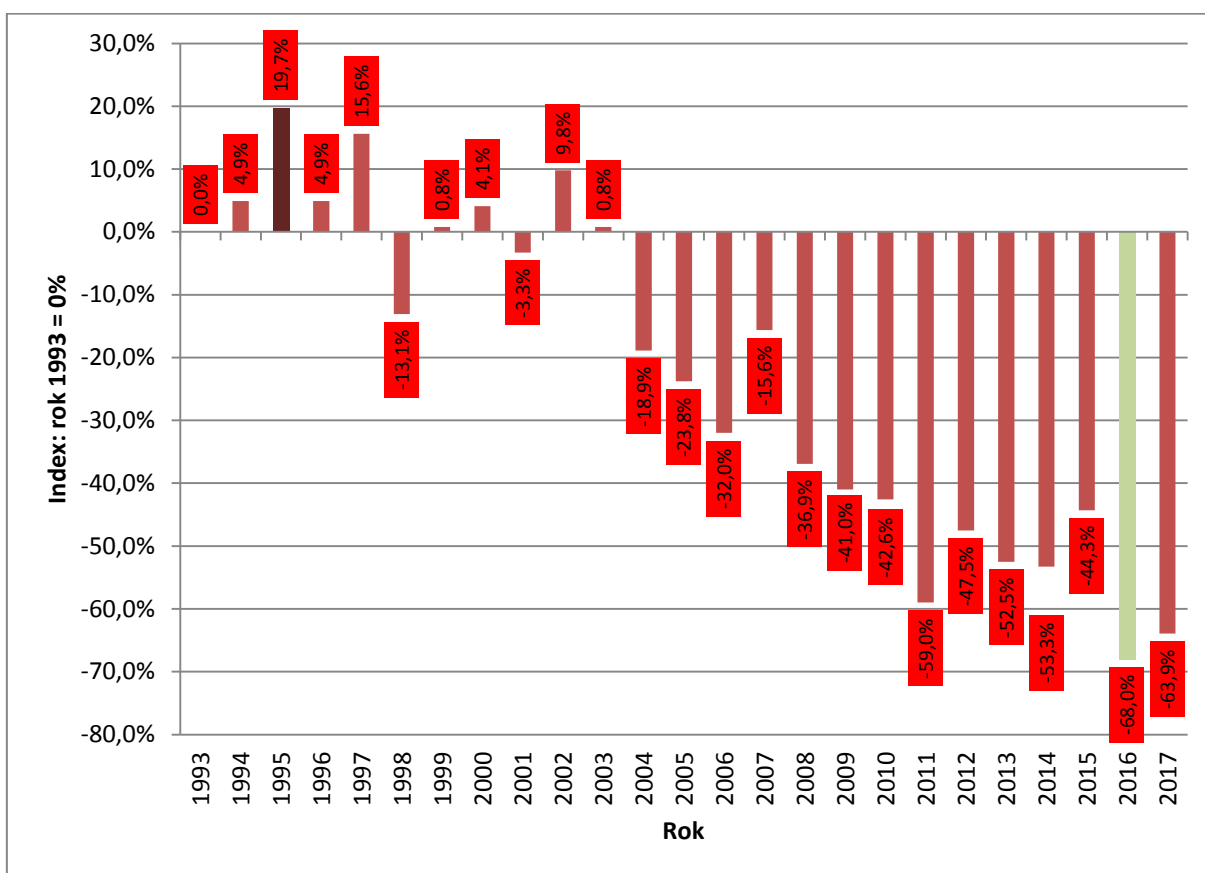
2.3 Dlouhodobý vývoj usmrcených cyklistů



Obrázek 9 – Dlouhodobý vývoj počtu usmrcených cyklistů v ČR [1]

Vývoj počtu usmrcených cyklistů v ČR za roky 1993–2017 můžeme vidět na obrázku 9. Z grafu je patrné, že vývoj je klesající. Nejvíce smrtelných nehod cyklistů bylo zaznamenáno v roce 1995, a to 146 osob, naopak nejméně bylo usmrceno v roce 2016, kdy bylo zaznamenáno 39 usmrcených osob, z tohoto pohledu byl rok 2016 mimořádně úspěšný. Bohužel se na tento klesající průběh nepodařilo navázat a v roce 2017 bylo usmrceno 44 cyklistů, což je meziroční nárůst o 5 osob čili 13 %. [1]

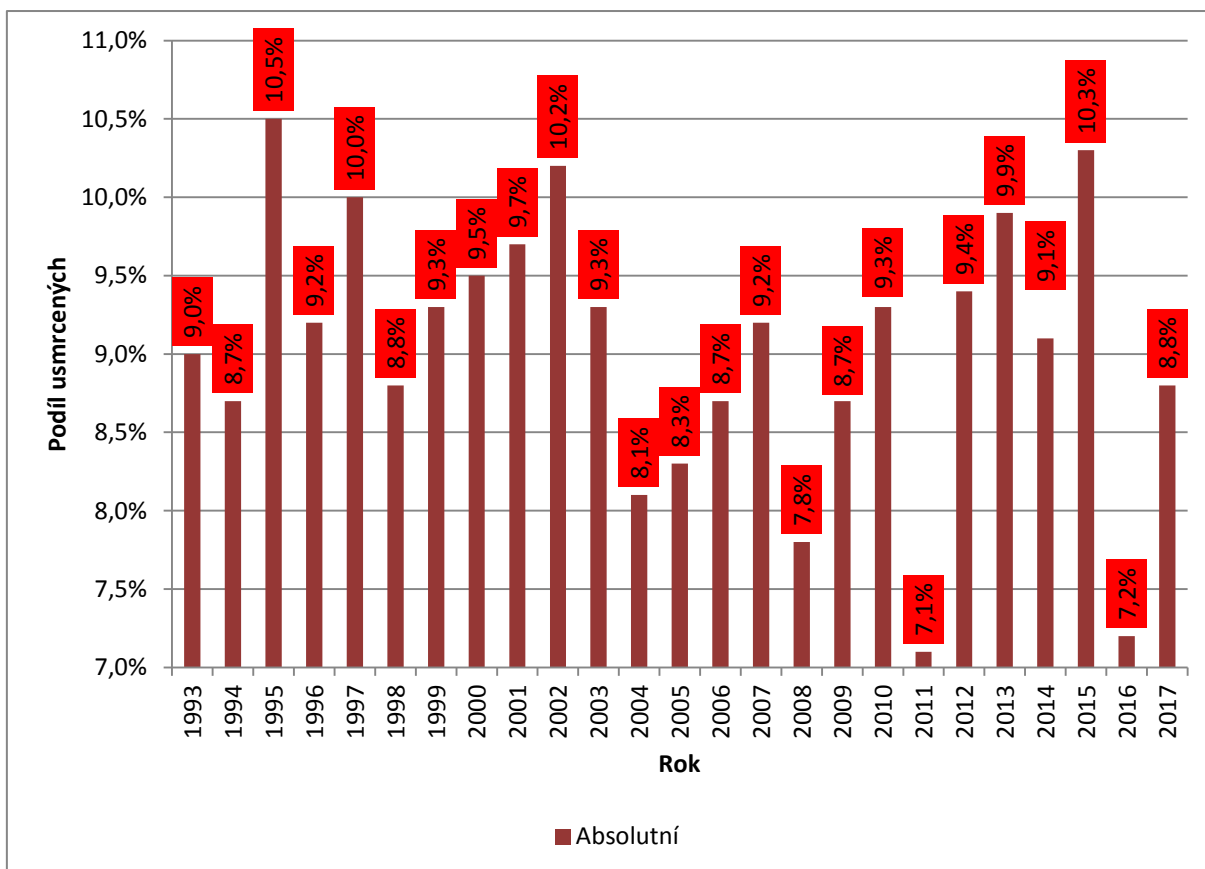
Dlouhodobý klesající trend jde lépe vidět v grafu na obrázku 10, který tvoří relativní vývoj počtu usmrcených cyklistů v ČR za stejné období let 1993–2017. V tomto období průměrný vývoj usmrcených cyklistů klesá o 23,1 %. Pro srovnání průměrný pokles všech usmrcených za toto období dosahoval úrovně 24,1%. [1]



Obrázek 10 – Dlouhodobý relativní vývoj počtu usmrcených cyklistů v ČR [1]

Na grafu z obrázku 11 vidíme srovnání počtu usmrcených cyklistů v daném roce z celkového počtu usmrcených osob při dopravních nehodách. Procentuální část tvoří podíl usmrcených cyklistů ke všem usmrceným v ČR. Z grafu bylo spočítáno, že v letech 1993–2017 je průměrný podíl usmrcených cyklistů 9,1 %, což znamená, že skoro každá 11. usmrcená osoba zahynula při cyklistické nehodě. Největší podíly zaznamenáváme v letech 1995, 1997,

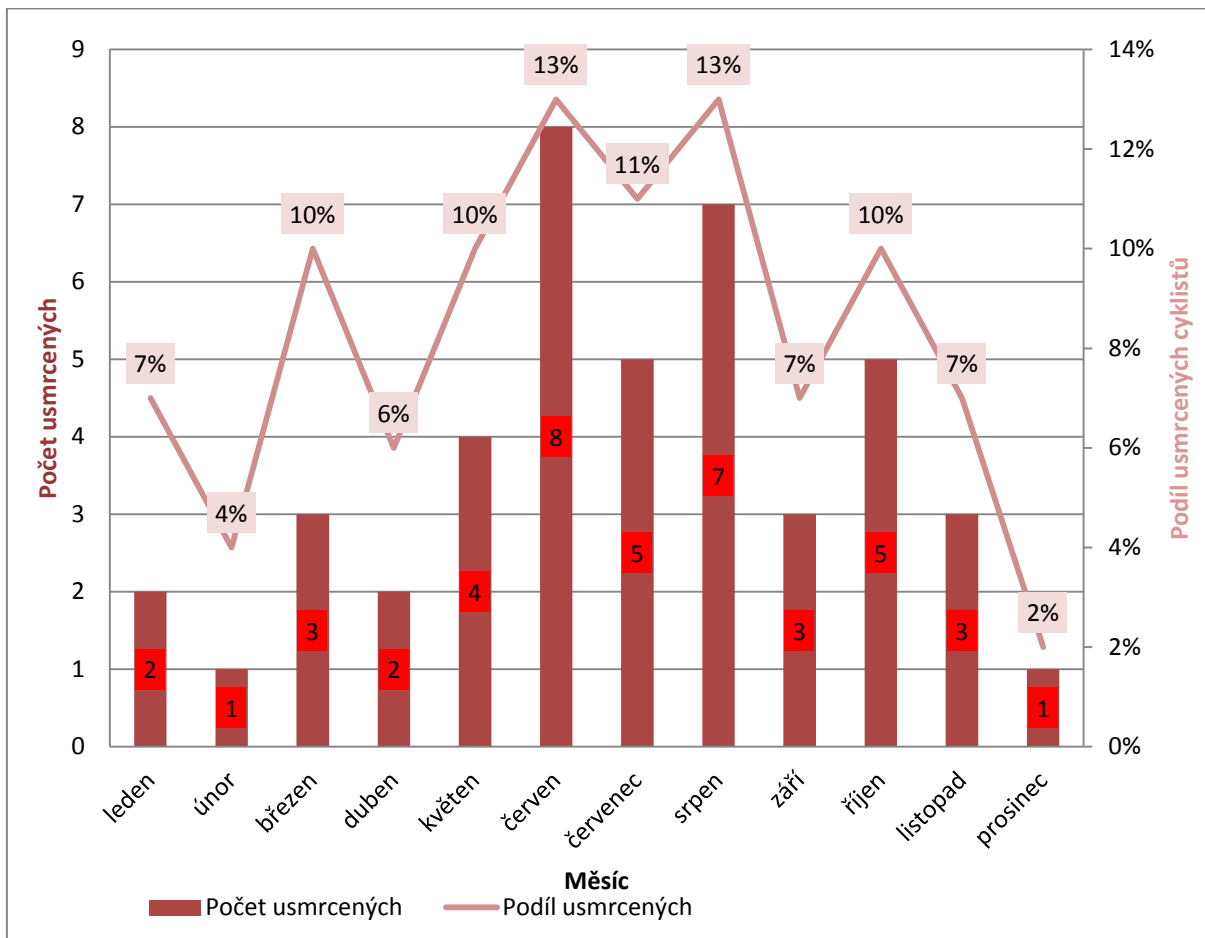
2002 a 2015 (10,5 %–10,0 %) naopak nejmenší podíl vznikl v letech 2008, 2011 a 2016 (7,1 %–7,8 %). [1]



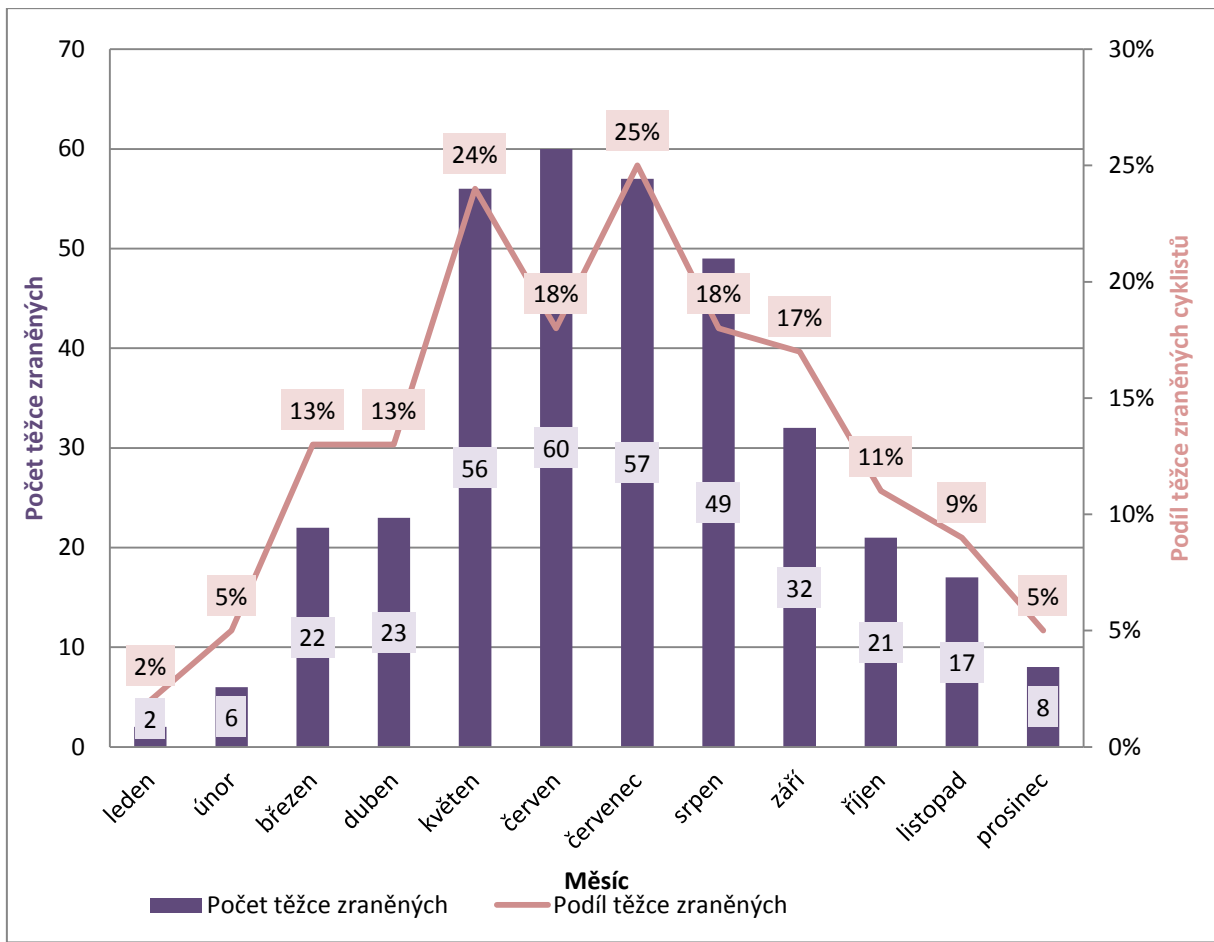
Obrázek 11 – Podíl usmrcených cyklistů ke všem usmrceným v ČR v letech 1993–2017 [1]

2.4 Časové statistiky nehod

2.4.1 Rozdělení podle měsíců v roce



Obrázek 12 – Podíl usmrcených cyklistů v jednotlivých měsících v roce 2017 [1]



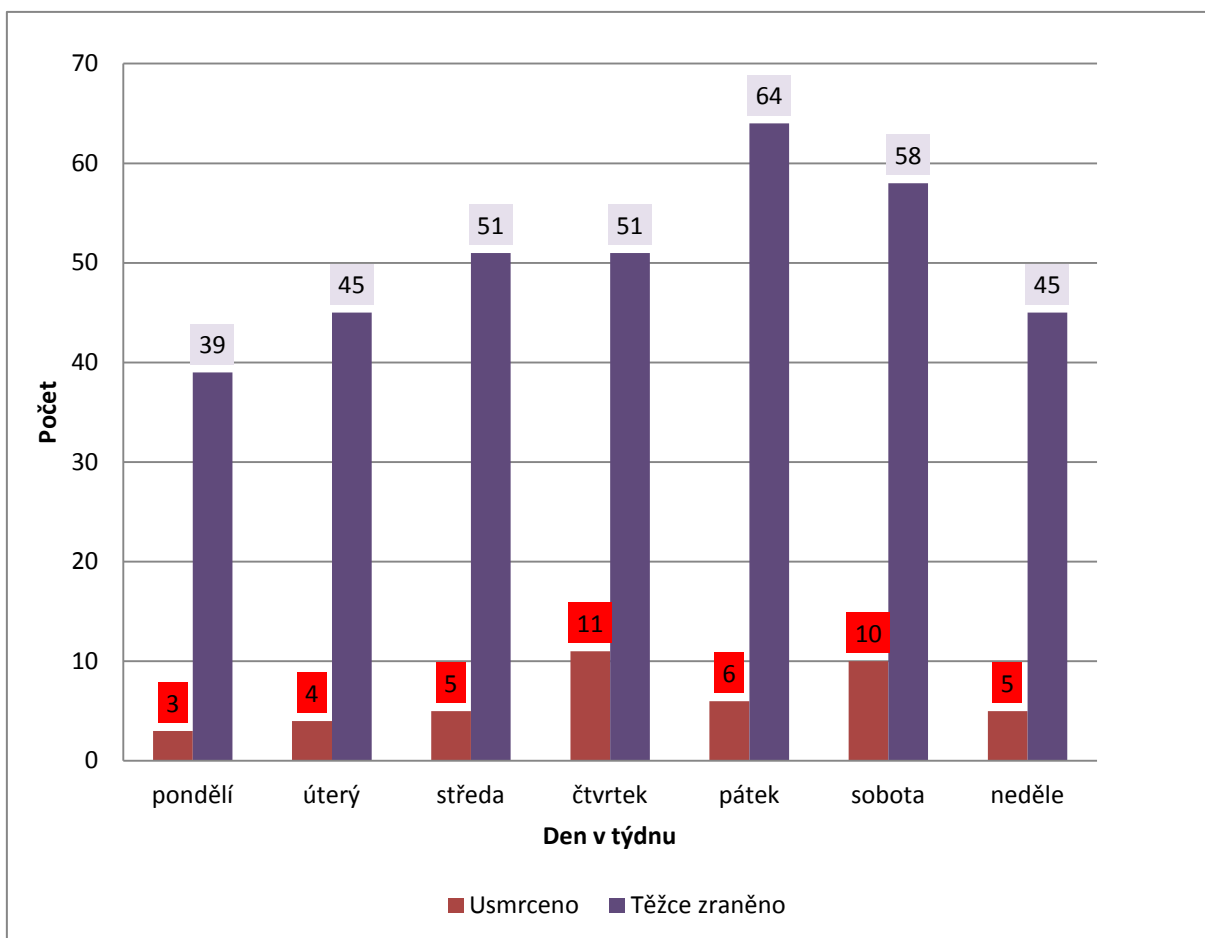
Obrázek 13 – Podíl těžce zraněných cyklistů v jednotlivých měsících v roce 2017 [1]

V grafech na obrázcích 12 a 13 je zobrazeno měsíční srovnání počtu usmrcených a těžce zraněných cyklistů a všech účastníků silničního provozu v roce 2017, následně jejich procentuální podíly. Ve všech případech se tvoří maxima kolem letních měsíců. Nejvíce cyklistů bylo usmrceno v červnu, kde počet dosahuje 13 % ze všech usmrcených. Graf na obrázku 13 ukazuje, že nejvíce těžce zraněných zaznamenáváme také v červnu, ale procentuální podíl ze všech usmrcených zaznamenáváme největší v červenci a květnu, a to se 25 %, respektive 24 %. Z tabulky je také vidět, že v zimních měsících je oproti všem usmrceným a těžce zraněným u cyklistů podstatně méně nehod, kde se podílově dostáváme až k 2 %. Toto je logicky dáno zimními podmínkami v ČR. Celoroční podíl usmrcených cyklistů tvoří 9 % a u těžce zraněných zaznamenáváme 15 %. [1]

2.4.2 Rozdělení podle dnů v týdnu

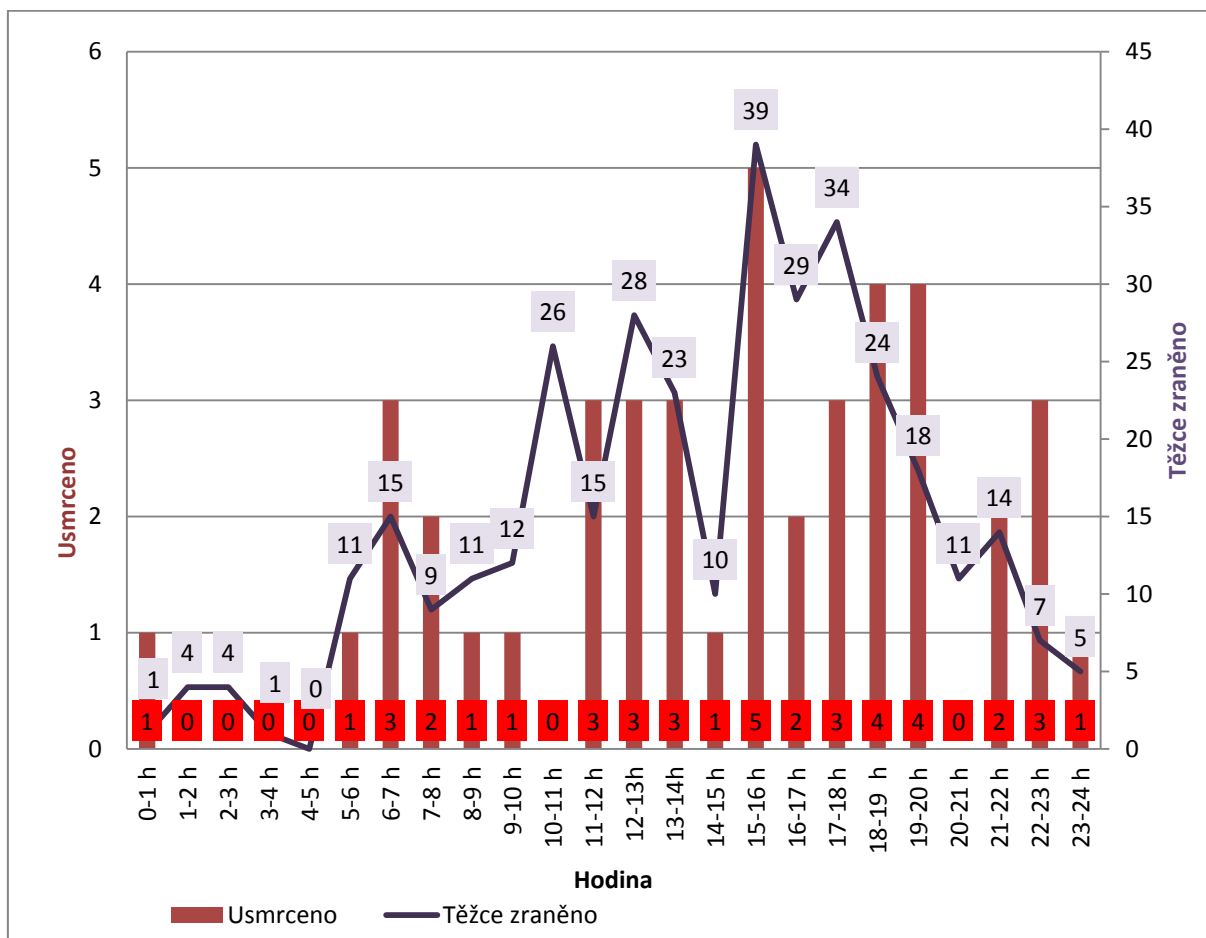
Dle denního srovnání v roce 2017 z grafu na obrázku 14 vyplývá, že pondělí je z hlediska smrtelných nehod cyklistů i nehod s těžkými zraněními nejpříživější a tvoří tak minimum ze všech dní v týdnu. Co se týká všech nehod, tak nejhorší dny jsou jednoznačně pátek a sobota, jak u usmrcených, tak u těžce zraněných. U cyklistů nám dle grafu z obrázku 14

vyplývá, že nejhorší den byl u usmrcených cyklistů čtvrtek s 11 cyklisty a sobota s 10 cyklisty. Zbytek dní v týdnu mimo pondělí osciloval kolem hodnoty 5 cyklistů. U těžce zraněných cyklistů můžeme z grafu vyčíst, že nejhorší den byl pátek s celkem 64 těžce zraněnými cyklisty, následně sobota s 58 cyklisty. [1]



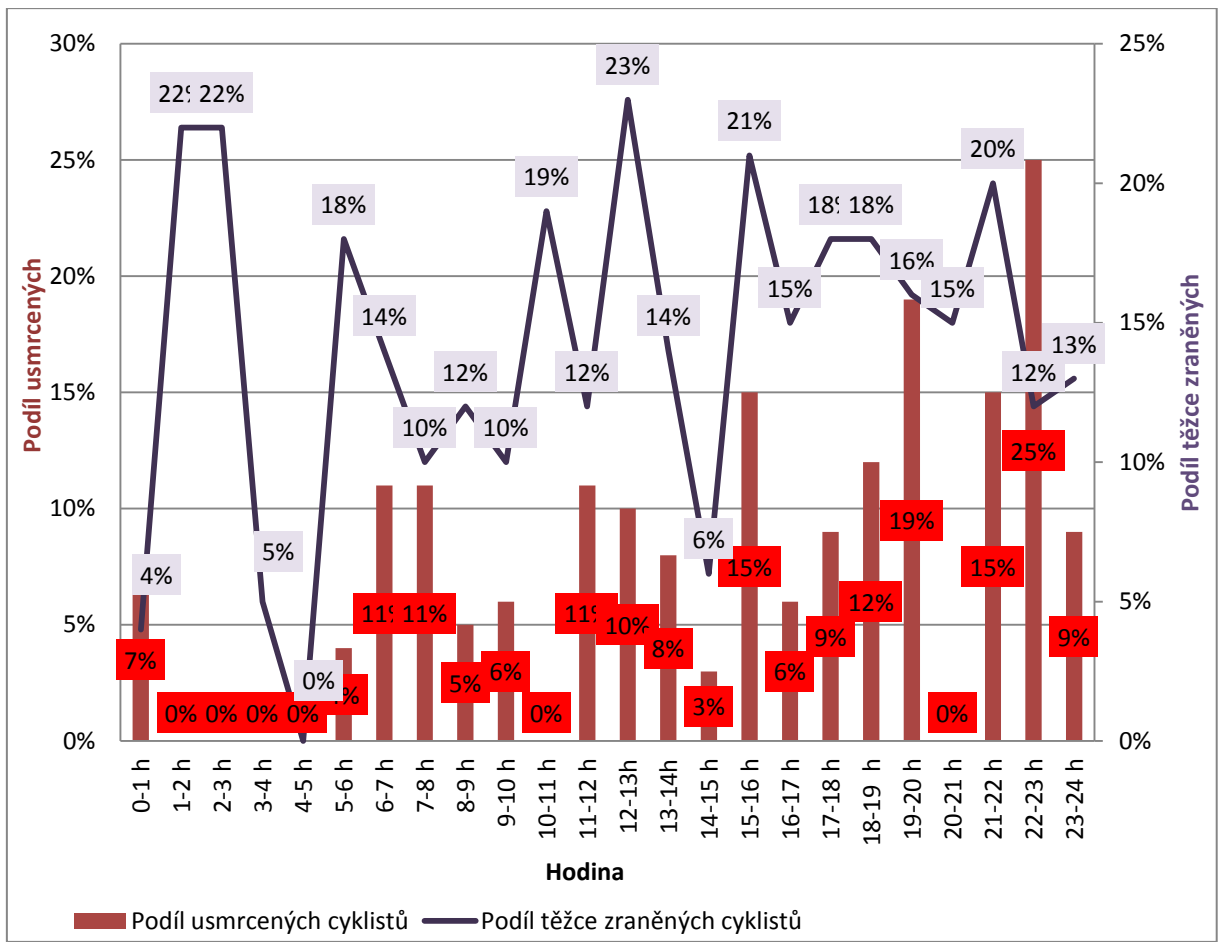
Obrázek 14 – Počet usmrcených a těžce zraněných cyklistů v jednotlivých dnech v týdnu roku 2017 [1]

2.4.3 Rozdělení podle hodin během dne



Obrázek 15 – Počet usmrcených a těžce zraněných cyklistů v jednotlivých denních hodinách roku 2017 [1]

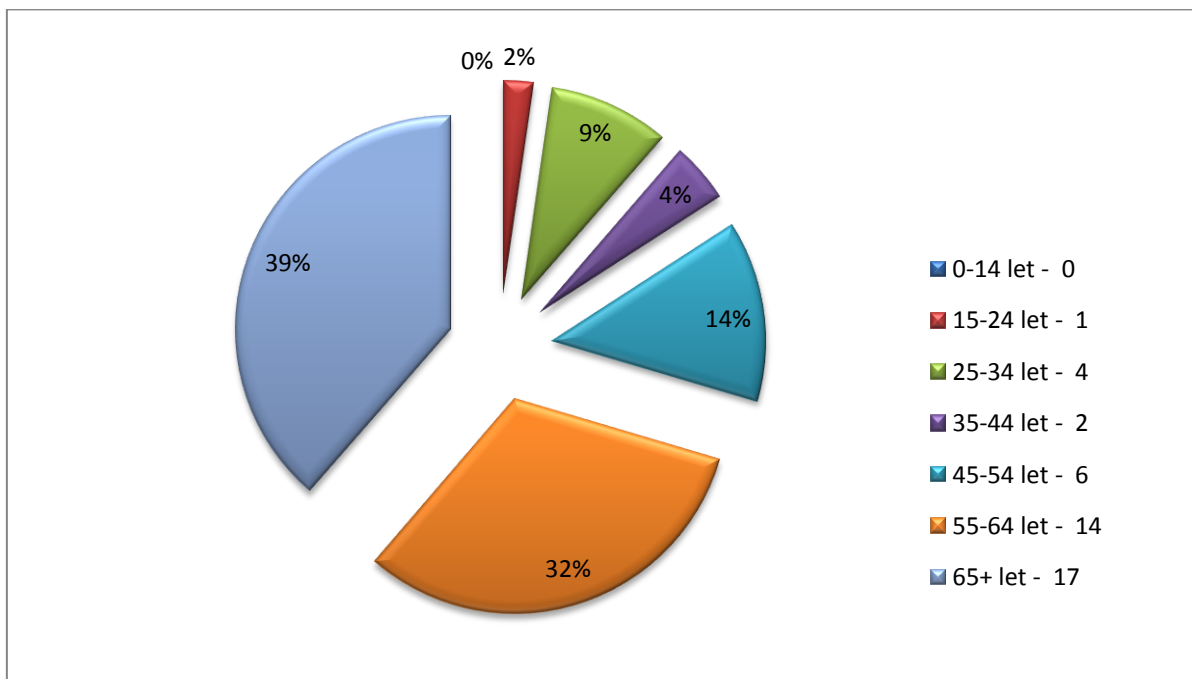
V grafu hodinového srovnání nehod cyklistů v roce 2017 na obrázku 15 můžeme vidět, že jak u usmrcených, tak u těžce zraněných je maximum tvořeno mezi 15–16 hodinou (5 usmrcených a 39 těžce zraněných). Dále můžeme z grafu vyčíst shluky nehod mezi 11–14 hodinou (období oběda) a také mezi 17–20 hodinou, kdy se cyklisté pohybují ve svém volném čase po zaměstnání. Další dva menší shluky registrujeme v ranní špičce mezi 5–8 hodinou, kde se cyklisté často dopravují do práce a také mezi 21–24 hodinou, kde může hrát velkou roli alkohol a/nebo špatné osvětlení. [1]



Obrázek 16 – Podíl usmrcených a těžce zraněných cyklistů v jednotlivých denních hodinách roku 2017 [1]

Graf z obrázku 16 nám ukazuje poměr usmrcených a těžce zraněných cyklistů vůči všem osobám nehod. Největší poměr 25 % usmrcených cyklistů zaznamenáváme mezi 22–23 hodinou, kde v relativních číslech nehodovost cyklistů vystoupá vůči menší nehodovosti zbylých účastníků. Největší poměr 23 % těžce zraněných cyklistů evidujeme mezi 12–13 hodinou, které tvoří polední sedlo a dále s 22 % mezi 1–3 hodinou opět brzké ranní hodiny, kde není nehodovost zbylých účastníků silničního provozu tak vysoká. [1]

2.5 Věkové statistiky



Obrázek 17 – Podíl usmrcených cyklistů podle věkových kategorií v roce 2017 [1]

Na grafu z obrázku 17 vidíme rozdělení usmrcených cyklistů podle věku. Je zřejmé, že jako nejrizikovější skupinu můžeme označit seniory s věkem 65+ let. Druhou nejpočetnější skupinu tvoří lidé ve věku 55–64 let a následně 45–54 let. V těchto letech se u starších lidí prodlužuje reakční doba a schopnosti reagovat na různé dopravní situace v silničním provozu, navíc jsou tyto lidé většinou zranitelnější. Dobrou zprávou se jeví statistika u dětí ve věku 0–14 let, kde v roce 2017 nebyl usmrcen nikdo, a ve věku 15–24 let pouze 1 člověk. [1]

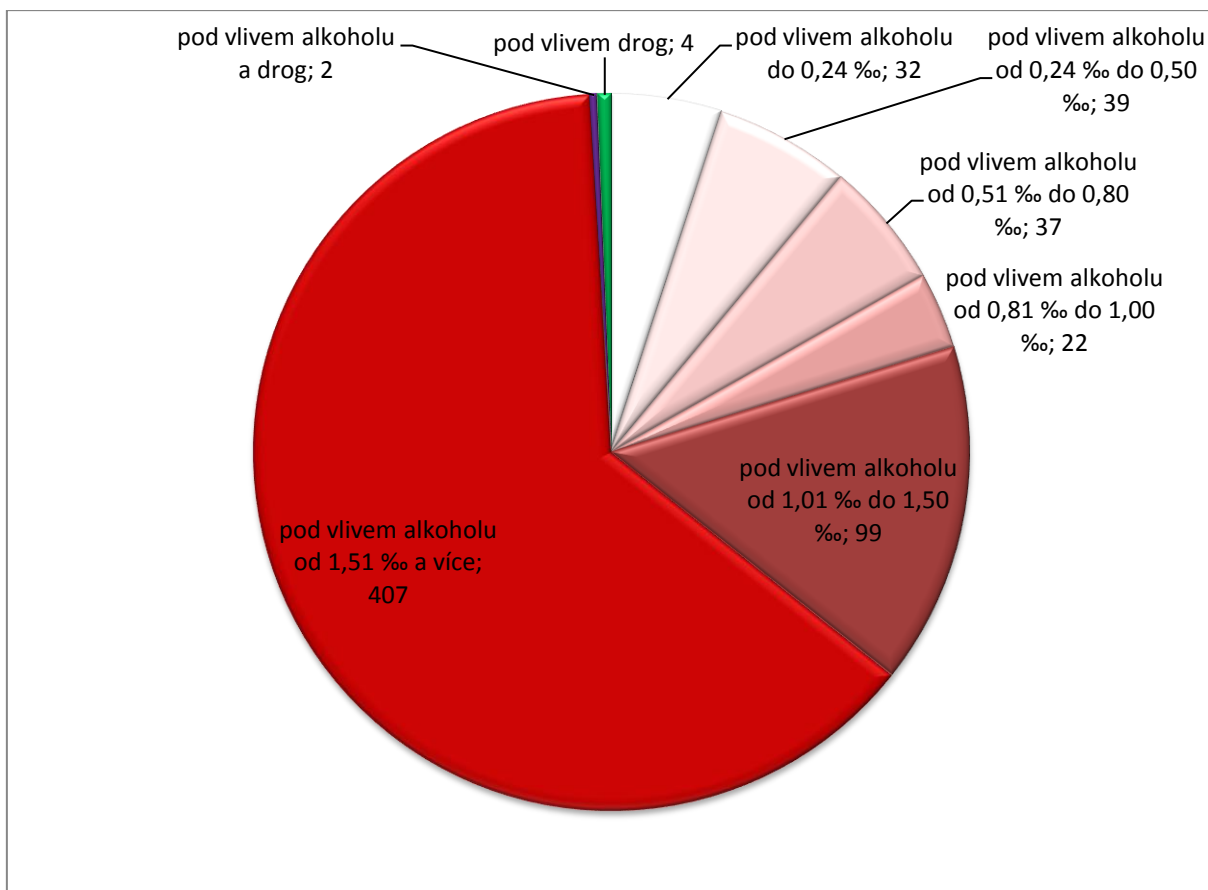
2.6 Alkohol a návykové látky

Dle pravidel silničního provozu platí pro cyklisty stejně jako pro řidiče zákaz požití alkoholu před jízdou a během jízdy. Toto pravidlo platí pro cyklisty také na cyklostezkách. V roce 2017 bylo zaznamenáno 4 482 nehod zaviněných lidmi pod vlivem alkoholu a/nebo návykových látek, kdy zahynulo 52 osob. Z tohoto počtu cyklisté pod vlivem alkoholu a/nebo návykových látek v roce 2017 tvoří 642 nehod, kdy zahynulo 5 osob. Jak je vidět v tabulce 2, počet nehod s podílem alkoholu dlouhodobě klesá, avšak počet nehod cyklistů pod vlivem alkoholu byl v období 2010 nejnižší, pak až do roku 2014 rostl a od té doby stále klesá. Z toho počet usmrcených osob kolísá, mimo rok 2010, kde byl počet nejvyšší, a to 17 osob. [1]

| Nehody zaviněné cyklisty pod vlivem alkoholu nebo návykových látek | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | Meziročně k 2017 | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|------|
| Nehod | 531 | 639 | 727 | 723 | 786 | 741 | 696 | 642 | -54 | -8% |
| Usmrceno | 17 | 2 | 2 | 5 | 6 | 4 | 2 | 5 | 3 | 150% |
| Podíl nehod zaviněných cyklisty | 10,3% | 11,9% | 14,2% | 14,8% | 16,2% | 15,5% | 15,1% | 14,3% | | |
| Podíl usmrcených vinou cyklistů | 14,7% | 2,1% | 4,2% | 8,1% | 9,0% | 5,4% | 3,2% | 9,6% | | |
| Celkem nehod s podílem alkoholu | 5166 | 5391 | 5128 | 4899 | 4857 | 4789 | 4624 | 4482 | -142 | -3% |
| Celkem usmrceno s podílem alkoholu | 116 | 97 | 48 | 62 | 67 | 74 | 62 | 52 | -10 | -16% |

Tabulka 2 – Nehody zaviněné cyklisty pod vlivem alkoholu nebo návykové látky v letech 2010–2017 [1]

Na obrázku 18 v koláčovém grafu vidíme rozdělení nehod zaviněných cyklisty pod vlivem alkoholu a návykových látek podle množství v roce 2017. Je alarmující, že největší podíl 63 % s počtem 407 osob zavinilo nehodu pod vlivem alkoholu 1,51 ‰ a více, hned na druhém místě je s podílem 15 % v počtu 99 osob se zaviněním nehody pod vlivem alkoholu od 1,10 ‰ do 1,50 ‰. Pro představu muž o hmotnosti 90 kg má po vypití pěti 0,5 l 12° piv v krvi 1,06 ‰ alkoholu, stejný muž dosáhne 1,58 ‰ alkoholu v krvi po sedmi 0,5 l 12° pivech, případně po jedenácti 0,04 l panáčích vodky. Naopak zavinění nehod pod vlivem drog a alkoholu bylo v roce 2017 pod 1 % (2 osoby) a nehod pod vlivem drog bylo pouze 1 % (4 osoby). Mezi návykové látky patří heroin, kokain, extáze, marihuana, hašiš, LSD, halucinogenní houby a metamfetamin (pervitin). [1] [2] [3]



Obrázek 18 – Rozdělení nehod zaviněných cyklisty pod vlivem alkoholu a návykových látek podle množství v roce 2017 [1]

| | Usmrceno | Těžce zraněno | Lehce zraněno |
|---|----------|---------------|---------------|
| Pod vlivem alkoholu do 0,24 ‰ | 0 | 3 | 25 |
| Pod vlivem alkoholu od 0,24 ‰ do 0,50 ‰ | 1 | 4 | 28 |
| Pod vlivem alkoholu od 0,51 ‰ do 0,80 ‰ | 0 | 4 | 28 |
| Pod vlivem alkoholu od 0,81 ‰ do 1,00 ‰ | 0 | 3 | 17 |
| Pod vlivem alkoholu od 1,01 ‰ do 1,50 ‰ | 0 | 12 | 83 |
| Pod vlivem alkoholu od 1,51 ‰ a více | 4 | 30 | 331 |
| Pod vlivem alkoholu a drog | 0 | 0 | 2 |
| Pod vlivem drog | 0 | 1 | 3 |

Tabulka 3 – Rozdělení důsledků nehod cyklistů pod vlivem alkoholu nebo návykové látky v letech 2010–2017 [1]

V roce 2017, jak již bylo řečeno výše, došlo k 642 dopravním nehodám zaviněných cyklisty pod vlivem alkoholu a/nebo návykových látek, v tabulce 3 můžeme vidět podíly usmrcených, těžce zraněných a lehce zraněných osob v důsledku viníka nehody – cyklisty. Podíl všech usmrcených, těžce zraněných i lehce zraněných je největší u viníků cyklistů pod vlivem

alkoholu 1,51 ‰ a více. U těžce zraněných a lehce zraněných pak následují viníci pod vlivem alkoholu od 1,10 ‰ do 1,50 ‰. [1]

2.7 Místo nehody cyklistů

| Místo nehody 2017 | Cyklisté | | |
|-------------------|-----------|---------------|---------------|
| | Usmrceno | Těžce zraněno | Lehce zraněno |
| V obci | 20 | 259 | 2335 |
| Mimo obec | 24 | 94 | 610 |
| Celkem | 44 | 353 | 2945 |
| Podíl v obci | 45% | 73% | 79% |

Tabulka 4 – Rozdělení nehod cyklistů podle místa a druhu zranění v roce 2017 [1]

Z celkového počtu nehod cyklistů v roce 2017 z tabulky 4 jednoznačně vyplývá, že více zranění pochází z nehod v obci. V případě usmrcení je to srovnatelné. Proto bychom se měli zaměřit na nehody cyklistů hlavně v obcích. [1]

2.8 Příčiny nehod cyklistů - statistika

| Příčina nehody, 2017 | Cyklisté - absolutně | | | Cyklisté - relativně | | |
|------------------------|----------------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Usmrceno | Těžce zraněno | Lehce zraněno | Usmrceno | Těžce zraněno | Lehce zraněno |
| Nepřiměřená rychlost | 9 | 50 | 352 | 20% | 15% | 12% |
| Nesprávné předjíždění | 3 | 14 | 98 | 7% | 4% | 3% |
| Nedání přednosti | 12 | 97 | 830 | 27% | 29% | 29% |
| Nesprávný způsob jízdy | 20 | 174 | 1564 | 45% | 52% | 55% |
| Jiné | 0 | 18 | 101 | 0% | 5% | 4% |
| Celkem | 44 | 335 | 2844 | | | |

Tabulka 5 – Rozdělení příčin nehod cyklistů a druhu zranění v roce 2017 [1]

Dle tabulky 5 byl hlavní příčinou nehod cyklistů v roce 2017 nesprávný způsob jízdy, který tvořil skoro polovinu všech případů. Druhou hlavní příčinou bylo nedání přednosti, které tvořilo téměř třetinu všech případů. Třetí hlavní příčinou byla nepřiměřená rychlost. [1]

3 Příčiny nehod cyklistů

V tomto odstavci si podrobněji popíšeme hlavní příčiny nehod cyklistů dle kritérií PČR, které jsou doplněny o možné další příčiny spadající do kategorie „Jiné“ nebo tvořící podkategorie čtyř základních příčin.

3.1 Nesprávný způsob jízdy

Tato příčina dopravní nehody je dle statistik nejrozšířenější. U těchto nehod se cyklista plně nevěnoval řízení kola, či nepřizpůsobil řízení okolnostem a svým zkušenostem. Nejčastěji se jedná o kombinaci projetí zatáčky při nevhodně zvolené rychlosti a následnému vyjetí z ideální stopy průjezdu, či úplnému vyjetí z komunikace. Tyto nehody velmi vzrostly zejména s rozšířením užívání chytrých telefonů. Cyklista se plně nevěnuje řízení a při používání chytrého telefonu, tachometru, nebo jen konzumaci jídla ovládá kolo pouze jednou rukou. Při těchto nehodách bývá tragická kolize s protijedoucími vozidly nebo jinými cyklisty na stezkách. Při úplném vyjetí z komunikace pak střety s pevnou překážkou. [1] [4]

3.2 Nedání přednosti

Cyklista, jakožto účastník silničního provozu, je oproti vozidlům výrazně méně chráněný a také o mnoho lehčí. Řidiči vozidel proto často nerespektují cyklisty jako regulární účastníky silničního provozu. Často se také stává, že řidič vozidla neodhadne rychlost cyklisty a nedá přednost. Naopak cyklisté hlavně v městském provozu mají zvýšené nároky na pozornost a zejména u méně přehledných křižovatek dochází k nebezpečným manévřům, kde cyklista mnohdy ani neví, jestli dává přednost, nebo nikoliv. [1] [4]

3.3 Nepřiměřená rychlost

Tento typ nehod nastává, pokud cyklista nepřizpůsobí svou rychlost dopravně-technickému stavu vozovky, kde mohou být různé nerovnosti, díry, nahromaděný štěrk nebo stojící voda. V podzimních měsících se často jedná o napadané listí, které v kombinaci s vodou velmi klouže. V zimě pak může být vozovka pokrytá námrazou, ledem nebo sněhem. Cyklista by měl vždy na tyto změny na vozovce reagovat a přizpůsobit tomu svou rychlost. [1] [4]

3.4 Nesprávné předjíždění

Tento typ nehod je obvyklý hlavně v intravilánu, kde mají cyklisté tendence předjíždět vozidla z obou stran. Cyklisté se v těchto pomalejších rychlostech ve městech často dostávají do mrtvého úhlu zpětných zrcátek vozidel a tito řidiči je snadno přehlédnou. Navíc je u cyklistů méně viditelná signalizace o změně směru, která se ukazuje pouze rukama. Často se ani neohlížíjí, než zahájí předjížděcí manévr, takže případné vozidlo za cyklistou už nestihne na nic zareagovat. [1] [4]

3.5.1 Nedodržení vzdálenosti

Cyklista by měl dodržovat bezpečnostní odstup od okolních účastníků silničního provozu stejně jako všichni ostatní. Tento typ nehod nastává při velmi blízké jízdě za vozidly, kdy při náhlém zabrzdění auta cyklista s daleko menší adhezí jen těžko zareaguje. Tento typ nehod

je také typický u sportovních cyklistů, kteří využívají často pomalejší zemědělské stroje k jízdě ve větrném pytlí těsně za těmito vozidly. [4]

3.5.2 Špatné osvětlení

Osvětlení patří mezi povinnou výbavu každého cyklisty. Součástí každého kola by mělo být za snížené viditelnosti vpředu bílé světlo a vzadu červené světlo. Dále by součástí jízdního kola měly být přední a zadní odrazky a odrazky na pedálech a paprscích kola. Tyto odrazky mohou být nahrazeny reflexními materiály na oděvu či obuvi. [4]

3.5.3 Okružní křižovatka

Další z typických nehod cyklistů jsou okružní křižovatky, kde se cyklisté často pohybují na hranici slepého úhlu zpětných zrcátek, navíc řidiči často nerespektují cyklisty, neodhadnou jejich rychlost a zkřížují jejich dráhu při výjezdu z okružního jízdního pásu. Proto je pro cyklisty nejlepší držet se co nejvíc u pojížděného prstence a včas signalizovat výjezd z křižovatky. [4]

3.5.4 Náraz do dveří

Tento typ nehod je typický zejména v intravilánu podél parkovacího pruhu, vedle kterého se často umísťují cyklistické pruhy či cyklopiktogramy. Lidé ve vozidle projíždějícího cyklistu často přehlédnou, nebo se vůbec nepodívají a otevrou cyklistovi dveře přímo do dráhy. Na toto cyklista mnohdy nestihne zareagovat a následuje velmi nebezpečný čelní náraz do dveří vozidla. [4]

3.5.5 Slepý úhel

Tyto nehody vznikají nejčastěji na křižovatkách, kde cyklista zastaví na červenou vpravo od nákladního auta nebo autobusu. V tomto místě řidič cyklistu snadno přehlédne, nebo vůbec nevidí. Při rozsvícení zelené na světlech semaforu vozidlo odbočí doprava a cyklistu srazí z boku. Proto je vhodné stát v řadě za auty nebo v předsazeném prostoru pro cyklisty v křižovatce. [4]

3.5.6 Kolize s pěšími nebo zvířaty

Kolize s pěšími nejčastěji vznikají na společných a dělených stezkách pro chodce a cyklisty, kdy se obě skupiny příliš nerespektují. Zvláštní skupinu tvoří kolize s bruslaři, kteří jsou dle zákona na komunikaci jako chodci, avšak na druhou stranu mohou využívat stezky pro cyklisty. Na těchto komunikacích dochází často ke kolizím se psy, protože jsou využívány pejskari k venčení. Srážky s jinými druhy zvířat jsou spíše ojedinělé. [4]

3.5.7 Alkohol

Požítí alkoholu při jízdě na kole je v České republice velmi oblíbená činnost cyklistů. Alkohol v těle způsobí snížení pozornosti cyklisty a vede k bezstarostnějšímu vnímání okolí a zpomalení reflexů. To vše vede k dopravním nehodám. [4]

4 Cyklistické chyby při jízdě

4.1 Jízda bez přilby

Pravidla silničního provozu vyžadují použití ochranné přilby pouze po osobách mladších 18 let. Avšak riziko úmrtí po pádu bez použití ochranné přilby je až 19krát vyšší. Při cyklistických nehodách je téměř v polovině případů poraněna hlava. Trend odkládání ochranné přilby byl zjištěn hlavně při vyšších teplotách v letních měsících, kdy cyklisté sundávají přilbu při stoupaní do kopců, či vyjíždějí rovnou bez přilby. [4]

4.2 Alkohol

Dle pravidel silničního provozu platí pro cyklisty stejně jako pro řidiče zákaz požití alkoholu před a během jízdy. Toto pravidlo platí pro cyklisty také na cyklostezkách. Cyklista je řidič a cyklostezka je pozemní komunikace nebo její část, označená příslušnou dopravní značkou. Jízda pod vlivem alkoholu snižuje reakční dobu cyklisty a soustředění na jízdu, v některých případech také znemožňuje samotnou jízdu. Požití alkoholu při jízdě je rozšířeno hlavně v teplých prázdninových měsících a v období vinařských slavností. [4]

4.3 Nákupní tašky na řídítkách

Při jízdě se zavěšenou taškou na řídítkách je velmi obtížná jízda zatáčkami, náklad na řídítkách má při zatáčení a rychlejších manévrech tendenci se rozkmitat a může dojít ke kolizi s dráty předního kola a následné ztrátě rovnováhy nebo zablokování kola a pádu. Do podobné kategorie chyb můžeme zařadit vedení ručního vozíku nebo držení psa na vodítku. Náklad na kole při jízdě by měl být na nehybných částech kola ideálně v jeho podélné ose a především na k tomu určených místech, např. koš nebo brašny na zadním nosiči, brašny v rámu kola nebo vak na sedlové trubce. [4]

4.4 Převoz větších nákladů

Další z cyklistických chyb je převoz větších nákladů na kole. Tato chyba se vyskytuje hlavně na venkově, kde je jízdní kolo často používáno k převozu větších nákladů, jako např. náradí (hrábě, kosa, sekera), stavebního materiálu nebo úrody z pole. Tento převoz předmětů znesnadňuje řízení jízdního kola a ohrožuje nejen samotné řidiče, ale i ostatní účastníky silničního provozu. [4]

4.5 Podcenění jízdy na kole

Z dopravních nehod vyplývá, že cyklisté často podceňují své síly. Tato skutečnost mnohdy nastává u starších cyklistů seniorského věku. Je třeba správně vyhodnotit svůj zdravotní stav a fyzické schopnosti již před jízdou. I na známé trase může vzniknout nečekaná dopravní situace, na kterou je třeba včas a správně reagovat. Také je dobré vozit s sebou mobilní telefon nebo nejet sám. [4]

4.6 Jízda po trasách pro pěší

Mezi největší cyklistické chyby a prohřešky patří jízda po chodnících (ten smí používat pouze děti do deseti let) a jízda po přechodu pro chodce, kde je nutné slézt z kola a vést jej vedle sebe. [4]

5 Průběhy nehodových dějů

Dle průzkumů Ústavu soudního lékařství JLF UK a MFN, Martin, ze vzorku za desetiletí (1991–2000) v počtu 106 smrtelných nehod cyklistů a následnou analýzou nehodových dějů forenzně, tedy medicínskou analýzou, byly ustanoveny tři základní krizové situace během jízdy na kole s možným vyústěním až do smrtelných zranění. Jedná se o dle statistik nejpočetnější kolize cyklisty s pohybujícím se předmětem, dále kolize cyklisty s pevnou překážkou a pád cyklisty na pevnou podložku při nezvládnuté technice jízdy (např. neuzpůsobená rychlost, alkohol, smyk). [5] [6]

Nyní si rozebereme blíže kolize cyklisty s pohybujícím se předmětem, jelikož dle analýzy byla tato kolize cca v 85 % případů. Navíc statisticky pozici pohybujícího se předmětu tvoří z cca 70 % osobní motorové vozidlo. V pohledu vzájemného postavení cyklisty a pohybujícího se automobilu při nehodovém ději můžeme schematicky stanovit tři základní polohy cyklisty a osobního automobilu vůči sobě. [5] [6]

- a) *poloha čelo – čelní*, kde jsou plochy čela cyklisty a automobilu nasměrovány proti sobě,
- b) *poloha čelo – zadní*, kde je čelní plocha vozidla nasměrována zezadu ke stejnosměrně jedoucímu cyklistovi,
- c) *poloha čelo – boční*, kde je čelní plocha vozidla nasměrována k boční ploše cyklisty.

5.1 Poloha čelo – čelní

U tohoto typu kolize při čelním postavení cyklisty vůči pohybujícímu se vozidlu dochází k velmi závažným zraněním cyklistů, která mají často také charakter polytraumatizmu, tzn. jsou postiženy nejméně dva orgánové systémy, z nichž alespoň jeden ohrožuje život

pacienta. Četnost jednotlivých zranění ze vzorku studie smrtelných nehod můžeme nalézt v tabulce 6. [5] [7]

| Zranění | n | % |
|-------------------------------|---|----|
| Fraktury obličejových kostí | 5 | 56 |
| Fraktury báze lebni | 7 | 78 |
| Fraktury klenby lebni | 7 | 78 |
| Fraktury krčních obratlů | 2 | 22 |
| Fraktury hrudních obratlů | 3 | 33 |
| Fraktury bederních obratlů | 0 | 0 |
| Fraktury žeber | 6 | 67 |
| Trhliny pohrudnice | 0 | 0 |
| Fraktury klíční kosti | 0 | 0 |
| Fraktury hrudní kosti | 2 | 22 |
| Fraktury horních končetin | 5 | 56 |
| Fraktury dolních končetin | 8 | 89 |
| Z toho amputace | 0 | 0 |
| Fraktury kostí pánevních | 0 | 0 |
| Traumatické poškození mozku | 8 | 89 |
| Traumatické poškození míchy | 3 | 33 |
| Traumatické poškození plic | 6 | 67 |
| Traumatické poškození srdce | 3 | 33 |
| Traumatické poškození sleziny | 3 | 33 |
| Traumatické poškození jater | 3 | 33 |
| Poškození velkých cév | 1 | 11 |
| Poškození močového měchýře | 0 | 0 |
| Traumatické poškození ledvin | 0 | 0 |
| Poškození bránice | 0 | 0 |
| Poškození žaludku | 0 | 0 |

Tabulka 6 – Čelo - čelní kolize [5]

V prvotní fázi tohoto střetu dojde v oblasti zóny nárazníku nebo přední části masky vozidla k momentové deceleraci pohybu kola cyklisty a k jeho sunutí v opačném směru. Naopak na tělo cyklisty působí velká akcelerace dopředným pohybem proti exteriéru vozidla. Následně dopadá tělo cyklisty na kapotu, případně čelní sklo vozidla. V této fázi jsou velmi častá poranění břicha, u mužů jsou možná i těžká poranění pohlavních orgánů při kolizi s pevnými komponenty řídicího kola. Po nalehnutí těla cyklisty v předozadní ose na exteriér vozidla vznikají zranění dolních končetin od rozhraní masky a kapoty, případně samotné masky. Následnou fází nehodového děje tvoří kopírování těla tvaru přední kapoty a čelního skla a posléze sunutí těla, při kterém může docházet také k rotacím kolem podélné osy. Tuto fázi doprovází kompresivní (síla působí tlakem) zlomeniny žeber a také pohmoždění vnitřních orgánů dutin břišních a hrudních. Tělo v této fázi následuje hlavu,

kteřá obvykle intenzivně naráží do předního skla nebo na rozhraní přední sklo–kapota. To způsobuje zlomeniny skeletu tváře, klenby a lebečních kostí. Toto samozřejmě doprovází zhmoždění mozkové tkáně v rozsahu podle kinetické energie impaktu hlavy do části vozidla a následných deformací těchto částí, které ovlivňují výsledné pohmoždění. Celé tělo se potom dále suně až ke střeše vozidla. Při tom dochází buď švihem, nebo tahovým protažením krční a hrudní páteře ke zlomeninám obratlů až poškození míchy. Na horních končetinách jsou obvyklé různé zlomeniny kostí, naraženiny či kožní oděrky. V obličejové části jsou typické řezné rány kůže od částí předního skla, kterému se při opravdu silných nárazech protrhává bezpečnostní PVB folie uvnitř skla. U lidí menšího vzrůstu a dětí mohou být tyto řezné rány už v oblasti přední plochy hrudníku. V poslední fázi nehody dochází k odtržení těla od exteriéru karoserie vozidla. Toto se děje z důvodu prudkého brzdění vozidla. Následně tělo opět dopadá na pevnou překážku (např. silnice), kde vznikají další sekundární zranění, která mohou být stejně závažného charakteru jako primární. [5] [6] [7] [11]

5.2 Poloha čelo – zadní

Tato poloha je podle statistik nejčastější. Postavení před srážkou je takové, že cyklista i vozidlo se pohybují ve stejném směru. Četnost jednotlivých zranění ze vzorku studie smrtelných nehod můžeme nalézt v tabulce 7. [5]

| Zranění | n | % |
|-------------------------------|----|-----|
| Fraktury obličejových kostí | 0 | 0 |
| Fraktury báze lebni | 15 | 71 |
| Fraktury klenby lebni | 9 | 43 |
| Fraktury krčních obratlů | 8 | 38 |
| Fraktury hrudních obratlů | 0 | 0 |
| Fraktury bederních obratlů | 0 | 0 |
| Fraktury žeber | 10 | 48 |
| Trhliny pohrudnice | 0 | 0 |
| Fraktury klíční kosti | 0 | 0 |
| Fraktury hrudní kosti | 0 | 0 |
| Fraktury horních končetin | 0 | 0 |
| Fraktury dolních končetin | 6 | 29 |
| Z toho amputace | 0 | 0 |
| Fraktury kostí pánevních | 1 | 5 |
| Traumatické poškození mozku | 21 | 100 |
| Traumatické poškození míchy | 8 | 38 |
| Traumatické poškození plic | 10 | 48 |
| Traumatické poškození srdce | 1 | 5 |
| Traumatické poškození sleziny | 6 | 29 |
| Traumatické poškození jater | 6 | 29 |
| Poškození velkých cév | 0 | 0 |
| Poškození močového měchýře | 0 | 0 |
| Traumatické poškození ledvin | 0 | 0 |
| Poškození bránice | 0 | 0 |
| Poškození žaludku | 0 | 0 |

Tabulka 7 – Čelo – zadní kolize [5]

V první fázi naráží vozidlo předními partiemi exteriéru (nárazník, přední maska) do zadní části jízdního kola, tj. pneumatiky zadního kola, případně přes blatník. Tento prudký náraz okamžitě mění dopředný pohyb cyklisty a tělo akceleruje na exteriér vozidla, na který padá zády celou plochou na přední kapotu. Sunutí je cyklistovi způsobeno na velmi krátké dráze a hlava dopadá na rozhraní kapoty a čelního skla. V této fázi probíhá mnoho zranění. Momentovým tlakem na hrudník vznikají i mnohočetné zlomeniny žeber z obou stran, rozsáhlá krvácení v zadních hrudních partiích, pohmoždění plic a dalších orgánů hrudních i břišních. Časté je také krvácení do oblasti ledvin. Na hlavě ze zadní strany a krku při sunutí vznikají charakteristické řezné rány od částí předního skla. Nejvážnější zranění vznikají při momentu dopadu zadní části hlavy na přední sklo či střechu vozidla. Vznikají zlomeniny lebečních kostí doprovázené poškozením mozkových tkání. Navíc při tomto švihovém pohybu hlavou dochází k potrhání krčních vazů, někdy i zlomenin obratlů a poškození míchy.

Závěrečná fáze je podobná jako v poloze čelo – čelní, kde tělo dopadá na pevnou překážku a vznikají další různá sekundární zranění. [5] [6]

5.3 Poloha čelo – boční

Tato poloha srážky cyklisty s motorovým vozidlem, kdy vozidlo sráží čelem cyklistu z jeho boční plochy, je dle statistik jednoznačně nejzávažnější, neboť se zde vyskytuje mnoho velmi těžkých vnitřních zranění. Četnost jednotlivých zranění ze vzorku studie smrtelných nehod můžeme nalézt v tabulce 8. [5]

| Zranění | n | % |
|-------------------------------|----|----|
| Fraktury obličejových kostí | 1 | 4 |
| Fraktury báze lebni | 16 | 64 |
| Fraktury klenby lebni | 11 | 44 |
| Fraktury krčních obratlů | 7 | 28 |
| Fraktury hrudních obratlů | 4 | 16 |
| Fraktury bederních obratlů | 2 | 8 |
| Fraktury žeber | 15 | 60 |
| Trhliny pohrudnice | 8 | 32 |
| Fraktury klíční kosti | 4 | 16 |
| Fraktury hrudní kosti | 2 | 8 |
| Fraktury horních končetin | 7 | 28 |
| Fraktury dolních končetin | 10 | 40 |
| Z toho amputace | 3 | 12 |
| Fraktury kostí pánevních | 7 | 28 |
| Traumatické poškození mozku | 21 | 84 |
| Traumatické poškození míchy | 5 | 20 |
| Traumatické poškození plic | 10 | 40 |
| Traumatické poškození srdce | 2 | 8 |
| Traumatické poškození sleziny | 3 | 12 |
| Traumatické poškození jater | 2 | 8 |
| Poškození velkých cév | 4 | 16 |
| Poškození močového měchýře | 2 | 8 |
| Traumatické poškození ledvin | 5 | 20 |
| Poškození bránice | 2 | 8 |
| Poškození žaludku | 1 | 4 |

Tabulka 8 – Čelo – boční kolize [5]

V prvotní fázi vozidlo naráží do cyklisty z jeho boční plochy, a to nejčastěji do místa předkolení. Zde dochází k prvotnímu zranění od oděrek, krevních podlitin přes zlomeniny zavřené i otevřené až po nejhorší stupně amputace předkolení. Vše závisí na velikosti energie nárazu a případné deformaci předních částí vozidla (nárazník, maska). Těžiště cyklisty leží ve výšce nad maskou osobního vozidla, proto dochází po nárazu k podtržení jízdního kola z boku a to má za následek, podobně jako v předchozím případě, mohutnou

akceleraci proti exteriéru vozidla do přední kapoty, čelního skla až na rozhraní střechy. Tentokrát je však cyklista natočen z boku. Poté dochází tradičně k sunutí těla a případně k možným rotacím podél svíslé osy lidského těla. Při dopadu celého těla na exteriér vozidla dochází nejčastěji k jednostranným zlomeninám klíční kosti, zlomeninám žeber v okolí kontaktu a také zhmoždění plic. Další zranění vznikají při momentu dopadu hlavy na kapotu, přední sklo či střechu vozidla. Hlava v tomto případě naráží z boku, proto vznikají zlomeniny tvářových kostí, lebky a poranění mozku. V tomto nehodovém ději je důležitý okamžik bočních švihových protipohybů hlavy, krku a u lidí a dětí menšího vzrůstu také hrudní páteře. V tomto důsledku vznikají zlomeniny obratlů krčních, hrudních a poškození míchy. Při kontaktu pánve s pevnými částmi exteriéru vznikají zlomeniny stydkých a kyčelních kostí, případně rozsáhlejší zlomeniny celé pánve. V předposlední fázi se energie přenáší na vnitřní orgány břišní dutiny, kde dochází mnohdy k několika souběžným vážným zraněním, která bývají smrtelná. V poslední fázi nehody opět dochází k odtržení těla od exteriéru karoserie vozidla, dopadu na pevnou podložku a vzniku sekundárních zranění. [5] [6]

6 Bezpečnostní prvky cyklistů

Bezpečnostní prvky cyklistů budeme dělit v následujících kapitolách na prvky pasivní bezpečnosti a prvky aktivní bezpečnosti.

6.1 Prvky pasivní bezpečnosti cyklistů

Pasivní bezpečnost cyklisty lze stručně definovat jako část systému prvků, které mají za cíl co nejvíce zmírnit následky děje dopravní nehody. Racionální přístup cyklisty jej přivádí k využití všech možností ochrany, aby byl případný úraz zmírněn co nejvíce.

Z hlediska pasivní bezpečnosti je rozdíl mezi řidičem automobilu a mezi cyklistou zásadní. Zatímco současné podoby automobilů tvoří pro jejich řidiče jakousi bezpečnostní schránku i bez zásahu řidiče, pasivní bezpečnost cyklisty má cyklista hlavně ve své režii a ve zdokonalování pasivní bezpečnosti objektů, které ho ohrožují, jako např. karoserie vozidla.

Ze statistických údajů pozorujeme, že druhou nejčastější příčinou nehod po nesprávném způsobu jízdy je nedání přednosti, a to zejména automobilům. Z toho vyplývá, že z hlediska pasivní bezpečnosti je třeba se zaměřit na nehody cyklistů s vozidly. V tomto nehodovém ději je mnoho faktorů, mezi hlavní patří rychlost a hmotnost cyklisty vůči rychlosti a hmotnosti vozidla, tj. poměr hybností, dále bod střetu a také úhel střetu. [1] [5]

6.1.1 Přilba

Dle statistik dopravních nehod je nejzranitelnějším místem při pádu z kola právě hlava. Ze zákona v České republice je povinnost používat přilbu pro cyklisty mladší osmnácti let. Bezpečnostní cyklistické přilby jsou velmi efektivní při prevenci poranění hlavy a jsou důležité právě u dětí, neboť ty utrpí většinu vážných poranění hlavy při nehodách na kole. Nejčastějším místem poranění u dětí při pádu z kola jsou ze 44 % hlava, z 27 % paže, koleno 23 % a břicho 6 %. [4] [5]

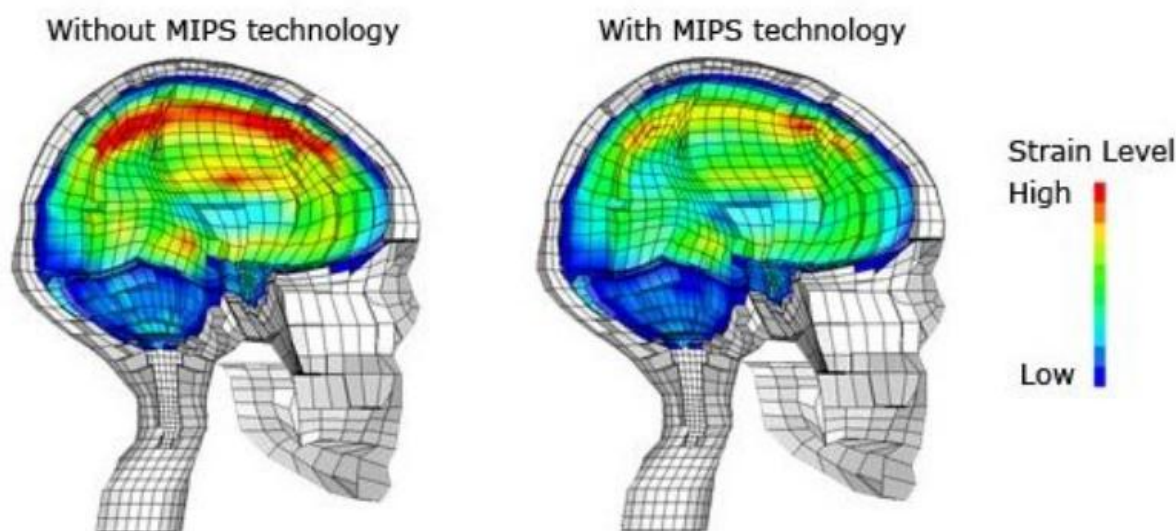
Nabídka přileb je u nás dostatečně variabilní, všechny tyto přilby prodávané ve specializovaných obchodech jako cyklistické přilby musí splňovat základní bezpečnostní certifikáty. Proto se důrazně nedoporučuje kupovat padělané značkové přilby za výhodné ceny z čínských e-shopů, protože u těchto tyto certifikáty nemusí být. Helmy s příslušným bezpečnostním certifikátem zaručují dle normy ČSN EN 1078+A1, že při nárazu nepřekročí maximální zrychlení hodnotu 250 g. [4] [8]

V helmě cyklisté často tráví dlouhé hodiny, proto musí dokonale sedět, nesmí nikde tlačit. I drobný tlak může po pár hodinách způsobit nesnesitelnou bolest hlavy, proto je třeba helmu před koupí dobře vyzkoušet. Přilbu je nutné při jejím použití správně nosit, aby byla její ochrana využita na maximum. Musí být vždy zapnutá, a to tak, že mezi řemínek a bradu se mohou zastrčit maximálně dva prsty. Přilba se nesmí po zatřesení hlavou sesunovat ani nijak otáčet. Měla by mít dostatečně silný řemínek, aby udržel helmu na hlavě i po dvou nárazech např. auto a chodník. Důležité je také pohodlí, hmotnost a odvětrání. Čím lehčí helma, tím méně zatěžuje krční páteř, dobré odvětrání pomůže hlavně v letních měsících a cyklisté pak nemají tendenci helmu např. do kopce sundávat z důvodu horka. Měla by být co nejvíce hladká a kulatá tvarem, aby se při nárazu předešlo třístění. Také nesmí mít mimo speciální sportovní podmínky aerodynamický „ocas“, který při nehodě způsobí otočení helmy do strany nebo úplné sundání helmy z hlavy. Vhodné je rovněž použití reflexních prvků, aby byla co nejvíce viditelná. [4]

6.1.1.1 Systém MIPS

Systém MIPS je zkratkou anglického Multi-Directional Impact Protection System. Jedná se o systém, který má plastovou skořepinu uvnitř přilby uchycenou pružně, čímž při pádu docílíme snížení rotační energie a tím zvyšujeme ochranu hlavy. Tato rotační energie vzniká z nárazu na překážku pod úhlem. Systém dovoluje pohyb o 10–15 mm. V těchto případech mají tradiční helmy tendenci sklouznout po hlavě a deformovat se za jiných podmínek, než na které jsou konstruovány. Běžné helmy jsou testovány na lineární náraz z jednoho směru, a to vertikálně. Tento nápad je inspirován lebkou, kde je uvnitř mozek taky pružně uložen v mozkomíšní tekutině. Dle výsledků výzkumu dojde při pádu pod úhlem 45 stupňů

k redukci působících sil až o 40 %. Srovnání napětí na lebce se systémem MIPS a bez něj můžeme vidět na obrázku 19. [9] [10]



Obrázek 19 – Vlevo mapa napětí bez MIPS, vpravo se systémem MIPS [9]

6.1.2 Cyklistické brýle

Cyklistické brýle neslouží jen jako módní doplněk, ale mají i řadu důležitých ochranných funkcí. Základní funkcí je ochrana před sluncem. Barvu skel je nutné volit podle reálného použití podle prostředí a denní doby. Během slunných dní jsou vhodné brýle s tmavými skly, naopak v šeru nebo přechodech světló–stín jsou vhodnější zjasňující skla žlutá nebo oranžová, případně čirá. Proto mnoho výrobců nabízí brýle s výměnnými zorníky. Ideálním řešením jsou pak fotochromatická skla, která reagují na intenzitu světla a podle ní tmavnou nebo rozjasňují. Důležitým faktorem u tohoto typu brýlí je rychlost reakce na světlo. Dalším typem jsou polarizované čočky, které blokují nepříjemné účinky ostrého světla, které je umocněno hladkými povrchy, jako např. silnice, dlažba, vodní hladina nebo sních. Tyto povrchy vrhají nepříjemné odlesky, přes které není vidět ani samotný povrch, což je při samotné jízdě velmi nebezpečné. Téměř všechny tyto sportovní brýle jsou opatřeny UV filtrem. [4] [12]

Další funkcí brýlí je ochrana proti různým povětrnostním vlivům a proti hmyzu a jiným odletujícím předmětům. Při jízdě ve vyšších rychlostech jsou oči ohrožovány silným větrem, různými prachovými částmi a hmyzem. Oči pak mohou začít slzet nebo nepříjemně pálit a jízda se stává nebezpečnou. Kvalitnější brýle mají také ochranu proti poškrábání. Ty nejlepší brýle mají silnou ochranu proti nárazu, jsou zde přidávány různé materiály, při kterých jsou pak brýle dokonce testovány pro pohlcení velmi silných nárazů. Například skla firmy Oakley jsou schopna pohltit střelu z brokovnice ráže 12 mm ze 14 m. Proto jsou kvalitnější brýle

vhodné hlavně k jízdě v terénu, kde se můžeme při pádu setkat s nárazem na velmi ostré předměty. [4] [12]

V neposlední řadě brýle také chrání před potem, který má tendence stékat do očí. Při vhodném výběru brýlí pot stéká po nosníku a zabraňuje pálení očí z důvodu zalití potem.

6.1.3 Cyklistické rukavice

Rukavice na kolo můžeme rozdělit na „krátkoprsté“ a „dlouhoprsté“. Krátkoprsté používají hlavně silniční a hobby cyklisté, lépe odvětrávají a nebrání cyklistovi v manipulaci s jinými věcmi, např. elektronikou. Dlouhoprsté rukavice jsou vhodné do studenějšího počasí a také do těžšího terénu, kdy při pádu chrání celou dlaň včetně prstů, navíc v rozbitém terénu napomáhají k lepšímu úchytu řídítek a nekloužou tolik brzdové páky. Dlaně obou druhů rukavic se dělají jak s gelovými vycpávkami, tak i bez nich. Zde záleží na osobních preferencích, jak co komu vyhovuje, aby jej dlaně při vyjíždě netlačily. Vrch rukavic má úpravy především podle počasí, do letních dní co nejvíce odvětrané, do chladnějších dní neprofukové a různě silně zateplené, až po speciální palčáky do největších mrazů.

6.1.4 Cyklistické boty

Pro ideální přenos síly na pedál cyklisté používají cyklistické tretry. Jedná se o speciální nášlapný systém, kdy je tretra pevně spojena s pedálem a pro vypnutí nohy z pedálu je třeba udělat pohyb patou do strany. Spojení tretry s pedálem přidá na jistotě jízdy v terénu a zabraňuje nečekanému sjetí nohy z pedálu, zároveň při šlapání cyklista využívá všechny svalové skupiny, takže se posiluje efektivita šlapání do kruhu. Sportovní cyklisté vozí tretry s tvrdou podrážkou, nejčastěji vyztuženou karbonovými vlákny, aby byl přenos síly co nejdokonalejší a zároveň se bota neohýbala a chodidlo tak nebylo namáháno, což při delších vyjíždkách způsobuje značné pálení a bolest. U rekreačních cyklistů jsou v oblibě tretry s klasickou podrážkou a kufr (jak se nazývá systém na tretrě) je co nejvíce zapuštěn do podrážky, aby bylo možné využít tyto boty i k přesunům pěšky. U horských treter je navíc zpevněná špička a pata, aby se zabránilo poranění prstů a paty od často odletujících kamenů. Pro chladnější měsíce a nepříznivé počasí se vyrábějí také zimní tretry, které připomínají boty na běžecké lyžování. Jsou vyráběny z nepromokavých materiálů a bývají velmi dobře zateplené i do silných mrazů.

6.1.5 Cyklistické oblečení

6.1.5.1 Materiál a střih

Velký důraz se pochopitelně klade na zpracování první vrstvy, která je v přímém kontaktu s tělem. Musí se zohledňovat odlišné termoregulační potřeby různých částí těla. Proto se v posledních letech objevilo mnoho nových modelů, které využívají kombinace rozdílných

materiálů pro různé partie těla. Obdobný komfort nabízí oblečení, které používá různě hustě a strukturovaně tkaná vlákna. Nejen u spodního prádla je klasický šev na ústupu. Tradičně je vytlačován pohodlnějším plochým švem. Z hlediska komfortu je ještě vhodnější takřka neznatelná technologie lepeného spoje. Ideálem však stále zůstává prádlo bezešvé. Základní rozdělení střihů je podle použití. Cyklistický dres již není jen závodní dres. Velká část dresů se podobá spíše civilnímu oblečení, materiály jsou ale zvoleny stále dostatečně funkční. To ocení například turisté, kteří nemají velké sportovní ambice. Civilnější vzhled je oblíbený také u žen. Dále lze oděvy dělit na silniční či MTB modely – každá skupina koresponduje se specifickým posedem v té které disciplíně. Pro MTB jsou typické ležérnější volné střihy. Při výběru oblečení nesmíme opomenout možnost zvolit oblečení s reflexními prvky pro zvýšení bezpečnosti, kterým oblečení nabízí opravdu velmi mnoho prostoru. Vyhláška navíc umožňuje nahradit povinné odrazky právě reflexními plochami na oblečení. [4]

6.1.5.2 Cyklistické kraťasy

U cyklistických kalhot máme stále na výběr mezi klasickou přiléhavou a volnou civilnější variantou. I volné kalhoty bývají vybaveny vložkou, která je usazena ve vnitřním elastickém dílu. Na kalhotách přibývá množství různých anatomicky střižených panelů pro lepší usazení na těle. Základem každých dobrých kalhot na kolo jsou antibakteriální vložky, které chrání před případnými otlaky a podrážděním pokožky. Často se setkáme s vrstvením materiálů tak, aby vložka odváděla svou práci co nejlépe. Čím delší a častější výlety podnikáme, tím lepší kalhoty bychom měli mít právě z důvodu kvality vložky.

6.1.6 Zátky řídítek

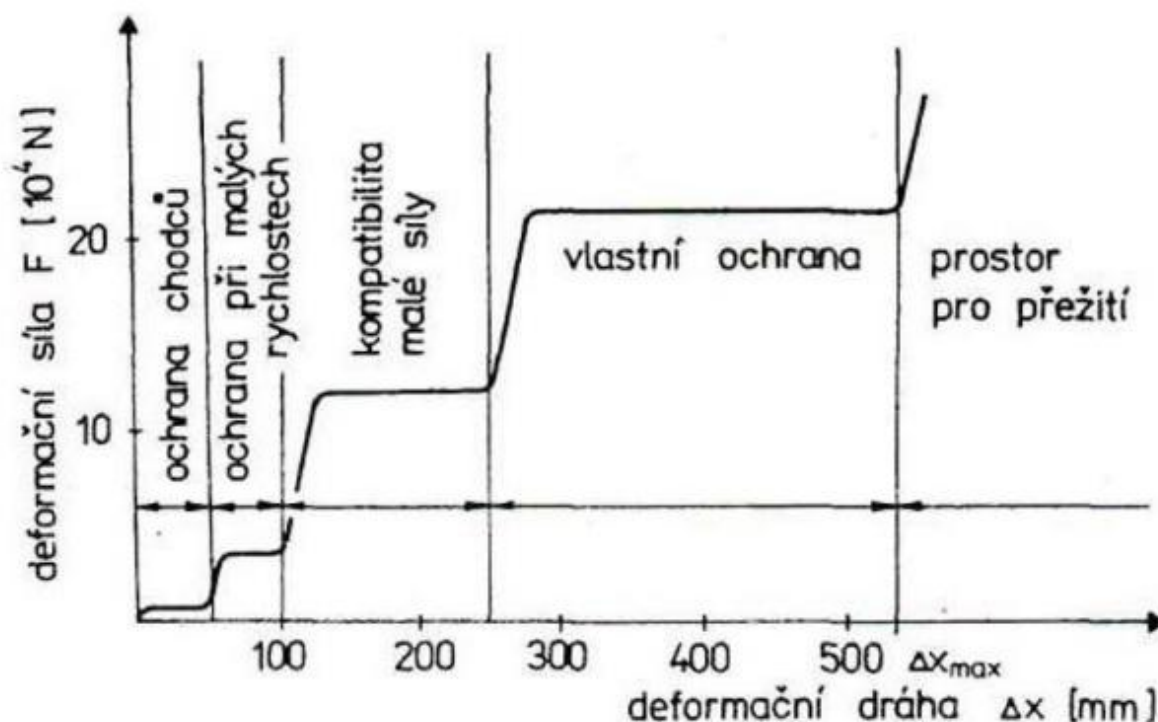
Zátky do řídítek jsou velmi vhodným prvkem pasivní bezpečnosti. Ač to není na první pohled zřejmé, při pádu jsou dutá řídítka velmi nebezpečná. Stěna je velmi tenká a hrozí proražení kůže skrz, z tohoto důvodu se doporučuje vozit zátky, které zvětší plochu a zamezí protržení kůže. [4]

6.1.7 Karoserie vozidla

Vzhledem k tomu, že druhou nejčastější příčinou cyklistických nehod je nedání přednosti, je tak důležitým prvkem pasivní bezpečnosti karoserie vozidel. Automobilové společnosti kladou na tuto problematiku velký důraz, a ač je primární snaha ochránit posádku vozidla, společnosti myslí také na chodce a cyklisty. Karoserie je tak rozdělena na deformační zóny a pevnou karoserii. Jejich úkolem je absorbovat a rozložit co největší množství kinetické energie a tím zmírnit následky nehody. [13] [14]

Deformační zóny jsou programovatelné struktury karoserie, které jsou tvořeny nosníky, profily, výztuhami a plechy různých tloušťek, pevností a tuhostí. Tyto komponenty jsou složeny podle počítačových simulací dle požadavků na funkci. [15]

Pro přední část vozidel by měla platit pětistupňová deformační charakteristika, jejíž jednotlivé stupně závisí na velikosti působící deformační síly. Tyto stupně jsou znázorněny v grafu na obrázku 20. Pro cyklisty jsou důležité první tři stupně, kdy kompatibilita malé síly zajišťuje ochranu spoluúčastníka nehody. [16]



Obrázek 20 – Deformační charakteristika přední části karoserie [16]

6.2 Prvky aktivní bezpečnosti cyklistů

Prvky aktivní bezpečnosti jsou systémy, technická zařízení a vlastnosti prostředků, které pomáhají předejít nebo zabránit dopravním nehodám. Mezi základní prvky aktivní bezpečnosti cyklisty patří brzdy, správně zvolené a nahuštěné pneumatiky, tlumení a v neposlední řadě osvětlení.

6.2.1 Brzdy

Brzdy jsou součástí povinné výbavy jízdního kola, které musí obsahovat dvě na sobě nezávislé brzdy, kterými lze dávkovat brzdný účinek. Jediná výjimka je u kol pro děti předškolního věku, pro které platí, že nemusí být vybavená přední brzdou, když mají volnoběžkový náboj s protišlapací brzdou.

Cyklistické brzdy lze rozdělit do 3 základních kategorií:

První kategorií jsou brzdy v náboji, které se dále dělí na protišlapací a bubnové. Pracují na principu přitlačování čelistí s brzdovým obložením na vnitřní straně rotujícího brzdového bubnu, který tvoří tělo náboje. Síla se přenáší lankem nebo u protišlapací brzdy zpětným pohybem pedálů přes řetěz. Tyto brzdy najdeme nejčastěji na městských kolech, jsou poměrně levné a bezúdržbové. Jejich velkou nevýhodou je větší hmotnost a při delším brzdění špatné chlazení, pro protišlapací brzdou navíc malá dávkovatelnost, účinnost a nemožnost couvání s kolem.

Druhou kategorií jsou ráfkové brzdy, které se dále dělí na cantilever, U-brzdy, V-brzdy a hydraulické. Všechny ráfkové brzdy fungují na principu tření pryžových, případně korkových špalíků o brzdovou plochu hliníkového nebo karbonového ráfku. Síla se přenáší lankem nebo hydraulicky. Výhodou těchto brzd je nízká hmotnost, cena a snadná opravitelnost. Nevýhodami jsou snížená účinnost při špatném počasí a delším brzdění při zahřátí ráfků, u kterých je navíc požadavek na silnější stěnu boků a daný profil. Tyto brzdy najdeme na všech typech kol.

Nejmodernějším typem cyklistických brzd jsou brzdy kotoučové. Tyto brzdy přenášejí sílu z brzdové páky za pomoci lanka nebo hydrauliky na brzdový třmen, kde pístky tlačí na brzdové destičky a kde třecí působí síla na brzdový kotouč. Tento typ brzd má vysokou účinnost za každého počasí a výbornou dávkovatelnost. Další výhodou spočívá v možnosti použití jakéhokoliv profilu, materiálu a tloušťky stěny ráfku. U hydraulických typů je výhodou poměrně nízká působící síla na páku. Nevýhodou je vyšší cena a vyšší náročnost případného servisu. Tento typ brzd už také nalezneme na všech typech kol, hlavně v závodním odvětví.

6.2.2 Pneumatiky

Pneumatik ve veloprůmyslu existuje celá řada různých rozměrů, směsí, dezénů podle druhů kola a podmínek jejich použití. Z hlediska bezpečnosti je ale nejdůležitější správné zvolení tlaku vzduchu uvnitř. Základní údaj udává výrobce na bočnici pláště – maximální tlak, který by se neměl v žádném případě překračovat. Na tento údaj navazuje maximální možný tlak vůči ráfku stanovený výrobcem ráfků a uživatel by měl použít jako maximální ten menší údaj, jinak hrozí zborcení ráfku, vyskočení pláště z patek ráfku nebo i nenávratné porušení kordu pláště. Správný tlak je vhodný zvolit z hlediska povrchu, aby byl plášť přilnavý a dobře vedl kolo v zatáčkách a i přes nerovnosti vozovky/terénu. Obecně platí, že čím horší terén, tím se tlak v pneumatikách volí nižší, je však třeba dbát na minimální tlak, aby nedocházelo k častým defektům, poničení patek ráfku nebo v některých případech i sundání pláště z ráfku. Signalizací nízkého tlaku v pneumatice je borbění bočnice v zatáčkách, plavání

pláště nebo dosednutí ráfku přes plášť na povrch podložky. Množství tlaku závisí na mnoha faktorech – rozměrech pláště a ráfku, hmotnosti soustavy jezdec + kolo, zkušenostech, stavu povrchu, počasí, použití dušového nebo bezdušového systému.

6.2.3 Tlumiče

Jízdní kola lze pořídit buď zcela neodpružená, kdy se o tlumení se tak stará pouze vhodně zvolený tlak v pláštích, případně tlumicí vlastnosti rámu/vidlice, které jsou nejlepší u karbonových vláken a ocelových slitin. Toto tlumení je hlavně na úrovni vibrací. Lepší variantou je tlumení kol pomocí odpružené vidlice a/nebo odpružené zadní stavby rámu. Pružení zajišťuje buď pružina, nebo vzduchová patrona. Tlumení je pak zajištěno kapalinovým nebo olejopneumatickým tlumičem. U předních vidlic bývá nejčastěji v jedné noze pružení a v druhé tlumení, u zadních staveb je nejčastěji tlumení součástí pružení přímo na tlumiči. Přepákováním a typem použitého systému zadní stavby se pak dá ovlivnit průběhová křivka zadního odpružení.

Vhodně nastavené tlumení u jízdního kola zajišťuje bezpečný kontakt s podložkou na silnici a hlavně v terénu. Cyklista pak kolem kopíruje terén a přední kolo jistě vede směr a zadní má zase stále přímý styk s terénem, aby mohlo zabírat s co nejvyšší účinností. Dále tlumení zmírňuje rány od nečekaných překážek na trase, které by mohly zapříčinit pád cyklisty.

6.2.4 Osvětlení cyklistů

V následující kapitole si popíšeme osvětlení cyklistů podrobněji, protože se budeme zabývat touto problematikou v experimentu v praktické části. Z grafů hodinového rozdělení nehod ve statistikách jsme vyčetli, že poměrně velká část nehod se odehrává přes noc mezi 20–1 h a dále pak při ranním rozednávání mezi 5–7 h. Velké množství nehod je způsobeno také při požití alkoholu, což je typičtější v nočních hodinách, proto jsem se zaměřil na správné osvětlení, aby cyklista byl viděn a zároveň dobře viděl.

6.2.4.1 Z hlediska povinné výbavy

Velkou část povinné výbavy cyklistů tvoří část, která zajišťuje cyklistům bezpečnou jízdu a viditelnost na silnici. O to se starají prvky osvětlení, aby cyklista viděl a byl viděn. Mezi povinnou výbavu jízdního kola patří: [4]

„1. Jízdní kola musí být vybavena:

a) dvěma na sobě nezávislými účinnými brzdami s odstupňovatelným ovládním brzdného účinku; jízdní kola pro děti předškolního věku vybavená volnoběžným nábojem s protišlapací brzdou nemusí být vybavena přední brzdou,

b) volné konce trubky řídítek musí být spolehlivě zaslepeny (zátkami, rukojeťmi apod.),

c) zakončení ovládacích páček brzd a volné konce řídítek musí mít hrany buď obaleny materiálem pohlcujícím energii, nebo (jsou-li použity tuhé materiály) musí mít hrany o poloměru zakřivení nejméně 3,2 mm; páčky měničů převodů, křídlové matice, rychloupínače nábojů kol, držáky a konce blatníků musí mít hrany buď obaleny materiálem pohlcujícím energii, nebo (jsou-li použity tuhé materiály) musí mít hrany o poloměru nejméně 3,2 mm v jedné rovině a v druhé rovině na ni kolmé nejméně 2 mm,

d) matice nábojů kol, pokud nejsou křídlové, rychloupínací nebo v kombinaci s krytkou konce náboje, musí být uzavřené,

e) zadní odrazkou červené barvy, tato odrazka může být kombinována se zadní červenou svítilnou nebo nahrazena odrazovými materiály obdobných vlastností; plocha odrazky nesmí být menší než 2000 mm², přičemž vepsaný čtyřúhelník musí mít jednu stranu dlouhou nejméně 40 mm, odrazka musí být pevně umístěna v podélné střední rovině jízdního kola nebo po levé straně co nejbližší k ní ve výšce 250 - 900 mm nad rovinou vozovky; činná plocha odrazky musí být kolmá k rovině vozovky v toleranci +/- 15° a kolmá k podélné střední rovině jízdního kola s tolerancí +/- 5°; odrazové materiály nahrazující zadní odrazku mohou být umístěny i na oděvu či obuvi cyklisty,

f) přední odrazkou bílé barvy, tato odrazka může být nahrazena odrazovými materiály obdobných vlastností; odrazka musí být umístěna v podélné střední rovině nad povrchem pneumatiky předního kola u stojícího kola; plocha odrazky nesmí být menší než 2000 mm², přičemž vepsaný čtyřúhelník musí mít jednu stranu dlouhou nejméně 40 mm, činná plocha odrazky musí být kolmá k rovině vozovky s tolerancí +/- 15° a kolmá k podélné střední rovině jízdního kola s tolerancí +/- 5°; odrazové materiály nahrazující odrazku mohou být umístěny i na oděvu či obuvi cyklisty,

g) odrazkami oranžové barvy (autožlut) na obou stranách šlapátek (pedálů), tyto odrazky mohou být nahrazeny světlo odrážejícími materiály umístěnými na obuvi nebo v jejich blízkosti,

h) na paprscích předního nebo zadního kola nebo obou kol nejméně jednou boční odrazkou oranžové barvy (autožlut) na každé straně kola; plocha odrazky nesmí být menší než 2000 mm², přičemž vepsaný čtyřúhelník musí mít jednu stranu dlouhou nejméně 20 mm, tyto odrazky mohou být nahrazeny odrazovými materiály na bocích kola nebo na bocích plášťů pneumatik či na koncích blatníků nebo bočních částech oděvu cyklisty.

2. Jízdní kola pro jízdu za snížené viditelnosti musí být vybavena následujícími zařízeními pro světelnou signalizaci a osvětlení:

a) 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 a aby se toto seřízení nemohlo samovolně nebo neúmyslným zásahem řidiče měnit, je-li vozovka dostatečně a souvisle osvětlena, může být světlomet nahrazen svítilnou bílé barvy s přerušovaným světlem,

b) zadní svítilnou červené barvy, podmínky pro umístění této svítilny jsou shodné s podmínkami pro umístění a upevnění zadní odrazky podle odstavce 1 písm. e); zadní červená svítilna může být kombinována se zadní odrazkou červené barvy podle odstavce 1 písm. e); zadní červená svítilna může být nahrazena svítilnou s přerušovaným světlem červené barvy,

c) zdrojem elektrického proudu, jde-li o zdroj se zásobou energie, musí svou kapacitou zajistit svítivost světel podle písmen a) a b) po dobu nejméně 1,5 hodiny bez přerušení.

3. Světelná výbava jízdního kola se nepovažuje za výbavu ve smyslu ustanovení § 32 zákona č. 361/2000 Sb.“ [17]



Obrázek 21 – Povinná výbava jízdního kola [4]

6.2.4.2 Kategorie

Osvětlení cyklistů bychom mohli rozdělit na dvě základní kategorie. První kategorií jsou výkonná světla, která nám zajišťují plnohodnotnou jízdu především za tmy a špatných světelných podmínek. Jedná se především o světla přední nebo čelovky uchycené na helmu. Tato světla mají často externí zdroje větších akumulátorů, mají vysoký světelný tok, v extrémních případech pro jízdu v terénu dokonce vyšší než světla automobilu, která mají světelný tok až 1500 lm. Nevýhodou těchto světel bývá nutnost připojovat externí baterii přes kabel, potřeba pasivního chlazení LED diody přes žebrování hliníkového pouzdra a samozřejmě vyšší cena. [18] [19]

Druhou kategorií světel tvoří bezpečnostní světla, slangově tzv. blikáčky. To jsou světla, která zajišťují cyklistům, aby byli viděni ze strany okolí, zejména pak dalších účastníků silničního provozu. Mají nízký světelný tok (pod 100 lm), často se jejich síla označuje jako tzv. dosvit, který u základních modelů dosahuje pouze desítek metrů. Většina těchto světel využívá jednorázové běžné baterie. Jejich hlavní výhodou je malá velikost, velká výdrž baterie a nízká cena. Zadní světla spadají do této kategorie bezpečnostních světel. Příklad obou kategorií můžeme vidět na obrázku 22. [19]



Obrázek 22 – Kategorie cyklistických světel [19]

6.2.4.3 Výkon cyklistických světel

Výkon cyklistických světel nejčastěji najdeme určen fyzikální veličinou světelný tok, který je definován jako „intenzita zřakového vjemu normálního oka, vyvolaného energií světelného záření, které projde za jednotku času určitou plochou v prostoru, kterým se světlo šíří.“ [20] Jednotka světelného toku je 1 lm (lumen). V porovnání s klasickou vláknovou žárovkou příkonu 25W odpovídá světelný tok LED žárovky cca 200 lm. [20]

U našeho rozdělení kategorií světel mají bezpečnostní světla zpravidla světelný tok do 100 lm, výkonná světla pro bezpečnou jízdu po komunikacích a cyklistických trasách v noci mezi 100–300 lm. Pro jízdu v terénu ve tmě je třeba světelného toku přes 300 lm až do cca 2000 lm. Pro jízdu v terénu je také dobré kombinovat přední světla dvě, a to jedno na řídkách kola a druhé na hlavě (helmě) cyklisty, pro osvětlení jak směru jízdy, tak směru pohledu cyklisty. [19]

Výkon cyklistického světla také velmi ovlivňuje použitá optika skla použitého na světle. Ta nám vytváří tvar světelného kuželu, který světlo vytváří. Pro jízdu po silnicích a cyklistických trasách je lepší užší a delší světelný kužel. Po těchto trasách se jezdí zpravidla rychleji než v terénu a proto je lepší vidět a být viděn dál před sebe. Naopak v terénu je lepší, aby byl světelný kužel dostatečně široký, protože je třeba sledovat periferně více nástrah a překážek, ideálně pak kombinovat užší kužel na světle na řídkách a širší kužel na světle na helmě, který postačuje kratší.

Dalším parametrem výkonu je použití žárovek. Klasické vláknové žárovky z cyklistických světel naprosto vymizely a nahradily je LED diody. Tyto diody díky své nízké energetické náročnosti, pořizovací ceně a výdrži LED diody v řádu tisíců hodin v podstatě ovládly trh cyklistických světel. Při dostatečném napájení a chlazení dokážou nejnovější LED čipy vytvářet světelný tok až 15 500 lm. [21]

6.2.4.4 Napájení

U běžných cyklistických svítidel jsou používány klasické jednorázové baterie, u větších světel tužkové/mikrotužkové baterie a u malých blikáček pak nejčastěji mincové baterie CR2032. U silnějších světel vyžadujících lepší zdroje napájení se setkáváme s různými typy akumulátorů. První skupinou jsou zabudované nabíjecí akumulátory, nejčastěji Lithium-iontové (Li-Ion) baterie, které se nabíjejí přes USB kabel. Tento typ baterií pak může být použit i jako externí zdroj nabíjení světla. Další skupinou silnějších světel tvoří nabíjecí průmyslové baterie 18650, taktéž Li-Ion, které se buď vkládají do světel samostatně, nebo jsou seskládané do tzv. akupacků, které se ke světélům připojují externě kabelem.

6.2.4.5 Upevnění

U světel existuje mnoho různých typů a druhů upevnění na kolo. Světla se nejčastěji zacvakávají do předem namontovaných plastových držáků nebo se přichycují silikonovými kroužky. Nejčastějším typem je u předních světel upevnění na řídky a u zadních světel upevnění na sedlovku. Dalším typem upevnění předních světel je upevnění na helmu, představec, nohy nebo krk vidlice, či zabudování přímo do rámu kola u hlavové trubky. U zadních světel existuje také upevnění na sedlo, rámové vzpěry zadní stavby, na nosiče, blatník, nebo zabudování přímo do rámu. Je také možné zavěšení na helmu, batoh či oděv.

Toto zavěšení má výhodu, že je světlo umístěno výše než je běžné a proto může být v některých případech lépe viditelné. Poslední kategorií uchycení tvoří boční bezpečnostní světla, která se umísťují do drátů kol nebo na ventilky. Tato světla se spínají automaticky za pohybu kol při dostatečné rychlosti, kdy odstředivá síla překoná jednoduchou pružinku. V jiném případě se musí vypnout/zapnout spínačem. U těchto světel je výhoda, že indikují jasný pohyb kol cyklisty. U automatického spínání těchto světel může být nevýhoda vypnutí těchto světel při čekání cyklisty na křižovatce.

6.2.4.6 Viditelnost

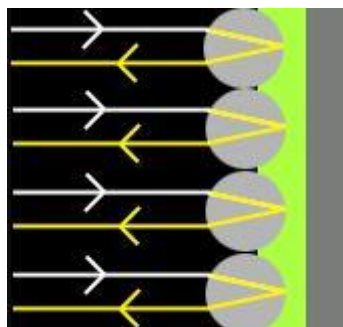
Viditelností rozumíme vodorovnou vzdálenost, na kterou je možné pozorovat objekty nebo zdroje světla. V českých pravidlech silničního provozu užíváme termín snížená viditelnost, který znamená, že účastníci provozu na pozemních komunikacích dostatečně zřetelně nerozeznají jiná vozidla, osoby, zvířata nebo předměty na pozemní komunikaci, například od soumraku do svítání, za mlhy, sněžení, hustého deště nebo v tunelu. Viditelnost je často omezována počasím a denními fázemi, např. noc/den, atmosférické srážky, mlhy, prach. [22]

6.2.4.7 Fluorescenční materiály

Tyto materiály se vyznačují především svou typickou barvou – jasná žlutá, zelená, oranžová. Jejich funkce ovlivňuje viditelnost hlavně ve dne a za soumraku, zatímco za tmy svou funkci výrazně ztrácí, ale pořád disponují lepší viditelností než obyčejné barvy. Často tvoří podklad a základní vrstvu bezpečnostních oděvů, které jsou pak doplněny prvky z reflexních materiálů. [23] [24]

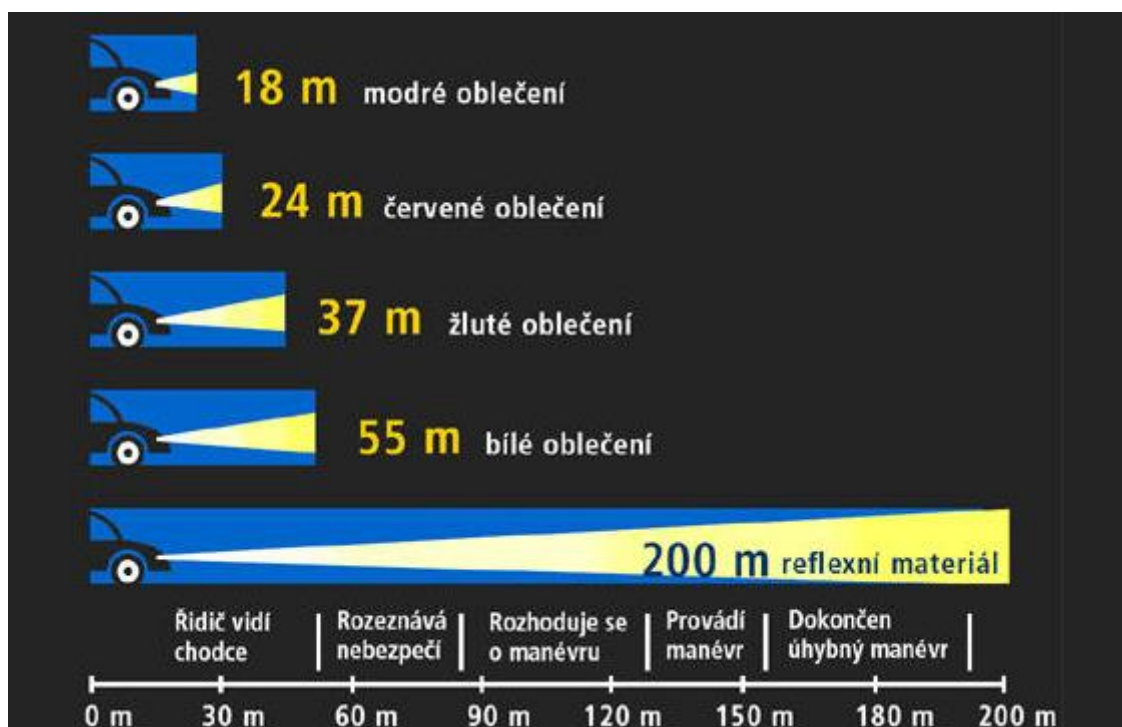
6.2.4.8 Reflexní materiály

Tyto materiály fungují na principu odražení světla, podobně jako směrové zrcadlo, které odráží dopadající světlo v úzkém kuželu zpět ke zdroji, a to až na vzdálenost přes 200 m. Tyto materiály zvyšují viditelnost hlavně ve tmě a při snížené viditelnosti. Na obrázku 23 je znázorněn princip retroreflexe. [23]



Obrázek 23 – Princip retroreflexe [23]

Na obrázku 24 můžeme vidět srovnání viditelnosti barevného oblečení ve srovnání s reflexním materiálem.



Obrázek 24 – Srovnání viditelnosti barevného oblečení a reflexního materiálu ve tmě [24]

7 Experiment

Jako parametr týkající se bezpečnosti cyklistů bylo zvoleno osvětlení cyklistů za snížené viditelnosti. Experiment mapuje vzdálenosti, ve kterých má řidič osobního automobilu možnost zareagovat na cyklistu od momentu, kdy ho poprvé zahlédne. V experimentu se testovaly varianty s osvětlením i bez osvětlení. Experiment je rozdělen na dvě části, a to na část subjektivní, kdy byly v reálných podmínkách změřeny vzdálenosti mezi cyklistou a vozidlem z mého subjektivního pohledu z vozidla osobního automobilu, a část objektivní, kdy byla otestována skupina probandů na počítačové simulaci, která rovněž zaznamenává vzdálenosti mezi cyklistou a automobilem za snížené viditelnosti v různých prostředích.

7.1 Subjektivní experiment

7.1.1 Prostředí experimentu

Experiment byl proveden na místní komunikaci spojující obce Albrechtičky a Petřvaldík poblíž letiště Leoše Janáčka v Ostravě. Silnici jsem zvolil z důvodu ideálních parametrů pro tento experiment, neboť se jedná o 500 m dlouhý přímý úsek bez klesání nebo stoupání v extravilánu, čímž experiment není ovlivněn rozhledovými poměry přes výškové a směrové oblouky nebo veřejným osvětlením. Tato komunikace je široká 3 m s nezpevněnou krajnicí 0,5 m na každé straně, nemá vodorovné dopravní značení ani směrové sloupky, povrch je živičný. Na silnici byly pásmem zaměřeny značky po 10 m od počátku (0 m) do konce (500 m). Prostředí experimentu ve dne můžeme vidět na obrázku 25.



Obrázek 25 – Prostředí experimentu

7.1.2 Objekty experimentu

7.1.2.1 Vozidlo

Vozidlo bylo použito značky Škoda Octavia I. generace rokem výroby 2001, neboť značka Škoda tvoří třetinu všech automobilů registrovaných v ČR a nejčastějšími vozidly v ČR jsou Škoda Fabia a Škoda Octavia. Použité vozidlo má klasická halogenová světla s žárovkami typu H4. [25]

7.1.2.2 Jízdní kolo

Jízdní kolo bylo použito horské kolo značky Head, model Trenton. Toto kolo je osazeno povinnou výbavou z hlediska viditelnosti – zadní odrazkou červené barvy, přední odrazkou bílé barvy, oranžovými odrazkami na obou stranách pedálů, jednou odrazkou oranžové barvy na každém kole výpletu, předními svítilnami s bílým světlem dvou typů – bezpečnostní a výkonné světlo s externím zdrojem a zadní bezpečnostní červenou svítilnou. Vybavení jízdního kola můžeme vidět na obrázku 26 a obrázku 27. U výkonného světla je výrobcem udávaný světelný tok na maximální režim 600 lm.



Obrázek 26 – Jízdní kolo – prvky viditelnosti a osvětlení



Obrázek 27 – Přehled použitého osvětlení

7.1.2.3 Cyklista – figurant

Figurantem pro experiment byl 14letý chlapec výšky 174 cm. Nechybí povinná cyklistická helma žluté barvy. Figurant má oblečený dres z poloviny jasně žlutý, z druhé poloviny tvořen tmavou barvou, jak můžeme vidět na obrázku 28. V průběhu experimentu byla také testována oranžová reflexní vesta a reflexní pásky žluté a červené barvy, které si figurant umísťoval na ruce a nohy.



Obrázek 28 – Figurant pro experiment

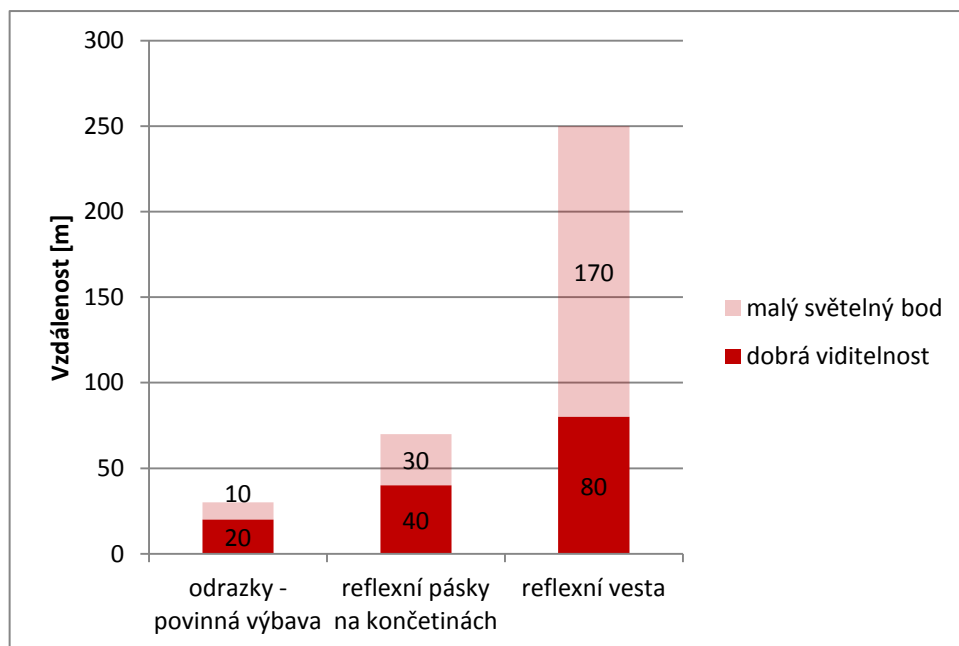
7.1.3 Průběh experimentu

Experiment byl zaznamenáván z pohledu řidiče osobního automobilu, které stálo ve výchozím bodě (0 m) a mělo rozsvícena potkávací světla. Cyklista se pohyboval po jednotlivých 10 m úsecích a byly zaznamenány fotoaparátem jednotlivé pozice, kdy ještě byl vidět a kdy již ne. V subjektivním experimentu jsem otestoval čelní i zadní pozici cyklisty v různých prostředích a s různými prvky pro zlepšení viditelnosti a osvětlení.

7.1.3.1 Noc

První subjektivní experiment proběhl v noci mezi 22–23 hodinou. Cyklista bez osvětlení pouze s odrazkami na kole byl ještě vidět pouze na 30 m, a to zejména kvůli odrazkám na pedálech, pak už by řidič nerozeznal, zda jde o cyklistu nebo cokoliv jiného. Když si cyklista vzal na končetiny reflexní pásy, byl vidět až na 70 m, kde už cíl splývá od 40 m do malého zářivého bodu. Při obléknutí reflexní vesty, která má dlouhé reflexní pruhy

ve dvou řadách, byl cyklista velmi dobře vidět na 80 m a malý zářivý bod byl vidět až na 250 m. Následující srovnání můžeme vidět v grafu na obrázku 29 a obrázku 30.



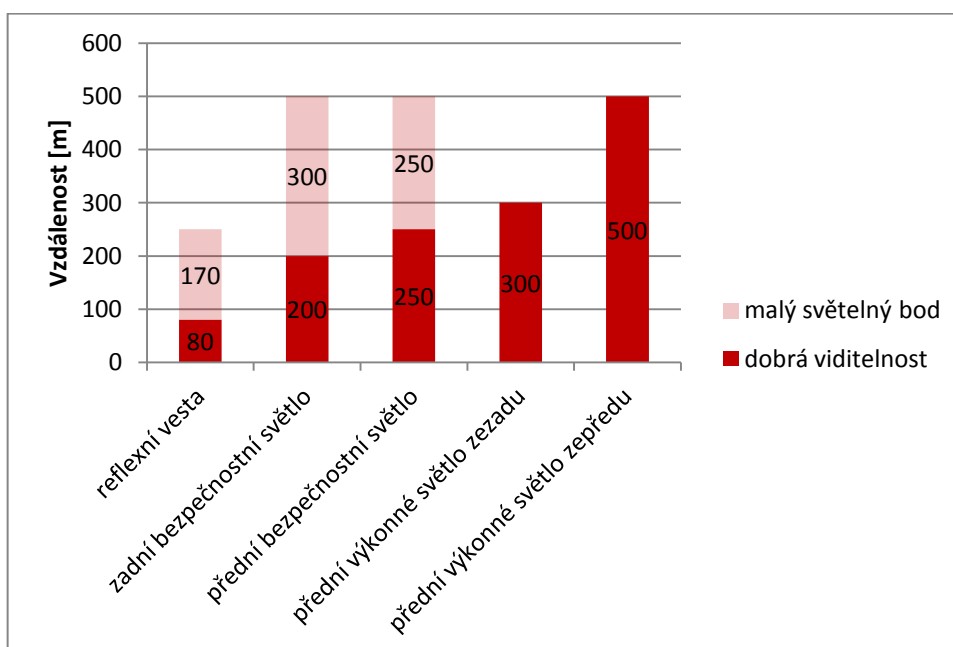
Obrázek 29 – Graf viditelnosti cyklisty bez prvků osvětlení v noci



Obrázek 30 – Záznam experimentu viditelnosti cyklisty bez prvků osvětlení v noci

Následně jsme provedli experiment s osvětlením. Zadní červené osvětlení bylo poměrně jasně viditelné do vzdálenosti 200 m a následně vidíme malou červenou tečku až na maximum měřeného úseku 500 m. U předního bezpečnostního světla je viditelnost vyšší a jasně jde vidět až do 250 m, jasná bílá tečka jde pak vidět také až na konec 500 m úseku. Tím docházíme k výsledku, že bezpečnostní světla jdou vidět jasně ve tmě až na hranici

200–250 m, kde už končí viditelnost reflexní vesty a dále je vidíme pouze jako malou jasnou tečku až minimálně po 500 m. Nakonec jsme otestovali teoreticky nejviditelnější variantu výkonného předního světla, zadního červeného bezpečnostního světla a reflexní vesty, což se také potvrdilo. Překvapivé však bylo, že kužel tvořený silným 600 lm světlem pomohl ve viditelnosti také zezadu, kdy šel cyklista vidět mnohem lépe než pouze se zadním světlem až na hranici 300 m. Směrem zepředu tvořilo toto výkonné světlo silný kužel hned z hranice 500 m a ani nebylo možné určit, zda se jedná o cyklistu nebo motorkáře. Problém by možná mohl být velký rozptyl světla i přes nastavení referenční osy světelného toku světla protínající rovinu vozovky ve vzdálenosti nejdále 20 m. Tato světla jsou dělaná tak, aby měla rovnoměrně rozptýlený kužel na všechny strany. Srovnání jednotlivých světel spolu s porovnáním s reflexní vestou najdeme v grafu na obrázku 31 a obrázku 32. [4]



Obrázek 31 – Graf porovnání viditelnosti cyklisty s použitím reflexního prvku spolu se světelnými prvky v noci



Obrázek 32 – Záznam experimentu viditelnosti cyklisty s prvky osvětlení v noci

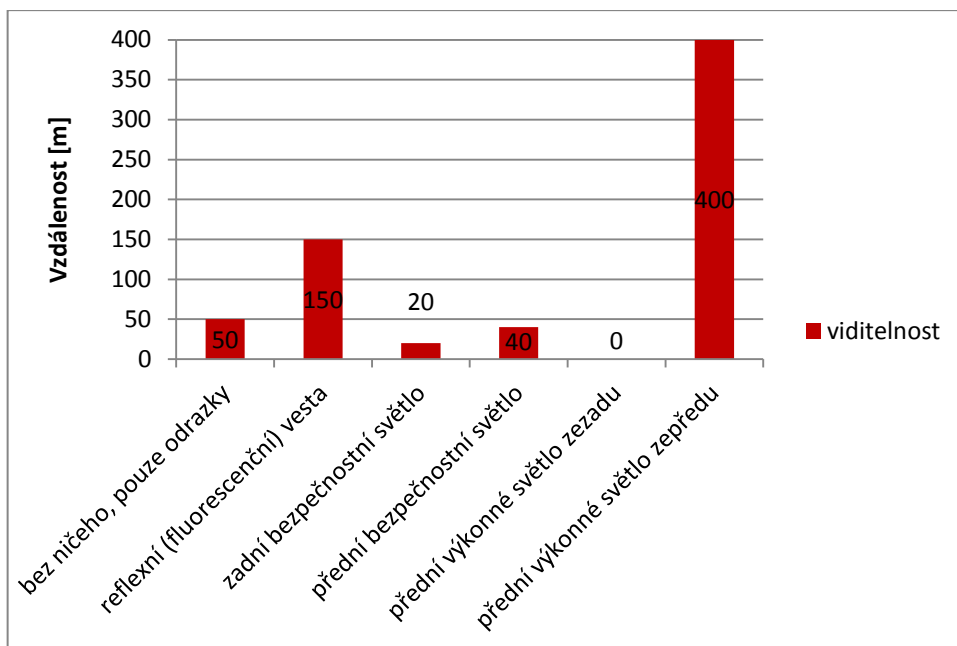
7.1.3.2 Rozbřesk s mlhou

Druhý subjektivní experiment proběhl nad ránem mezi 4 a 5 ranní hodinou při východu slunce. Při zemi se držela lehká mlha, která nebyla na pohled až tak viditelná, ale velmi snižovala účinnost světel, protože na fotkách se jeví světla automobilu jako vypnutá, přitom byla zapnutá. Reflexní materiály se pak odrážejí pouze v úrovni světel automobilu, jak můžeme vidět na obrázku 33, kde se odráží pouze odrazky na pedálech a reflexní vesta, zadní odrazka nikoli.



Obrázek 33 – Vliv mlhy na světla a reflexní materiály

Cyklista bez osvětlení pouze s odrazkami na kole je vidět na cca 50 m, poté začíná pomalu splývat s cestou a může být lehce přehlédnut, nutno podotknout, že figurant měl z poloviny tmavé oblečení. Odrazky v tuto denní fázi nehrály vůbec žádnou roli. V dalším měření si cyklista oblékl reflexní vestu vyrobenou z oranžového fluorescenčního materiálu, který právě za soumraku a rozbřesku výrazně zlepšuje viditelnost. S fluorescenční vestou je cyklista vidět na vzdálenost až 150 m. Naopak viditelnost bezpečnostních světel při rozednávání za lehké mlhy je opravdu špatná, pokud vezmeme pouze viditelnost světel jako takových, zadní světlo bylo vidět jen na 20 m a přední na 40 m. Jelikož cyklista bez světel a bez vesty je vidět na 50 m a s vestou na 150 m, zůstávají nám tyto hodnoty. V posledním měření si cyklista umístil na kolo výše zmíněné výkonné světlo se světelným tokem 600 lm. Jelikož již bylo světlo evidentně nad úrovní mlhy, kterou světlo přesvítalo, byl cyklista vidět zepředu až na vzdálenost 400 m od vozidla. Ve směru zezadu tentokrát toto světlo nehrálo žádnou roli a nepomohlo viditelnosti ani z nejbližších vzdáleností. Porovnání viditelnosti cyklisty za rozbřesku v mlze nalezneme v grafu na obrázku 34 a obrázku 35.



Obrázek 34 – Graf porovnání viditelnosti reflexního prvku spolu se světelnými prvky za rozbřesku v mlze



Obrázek 35 – Záznam experimentu viditelnosti reflexního prvku spolu se světelnými prvky za rozbřesku v mlze

7.2 Objektivní experiment

Pro tento experiment byla vytvořena ve spolupráci s Ústavem dopravních prostředků FD ČVUT panem Ing. Adamem Orlickým počítačová simulace pro otestování viditelnosti cyklistů v různých prostředích z pohledu řidiče OA. Tato simulace byla vytvořena v programu Unity, což je multiplatformní herní engine vyvinutý společností Unity Technologies.

Pro tuto simulaci byla vytvořena tři prostředí – noc, mlha a podvečer v dešti. Vozidlo jede rychlostí 50 km/h má rozsvícená potkávací světla. Cyklista jede rychlostí 20 km/h, kde je v jednom případě osvětlený zadním červeným bezpečnostním světlem a v dalším neosvětlený, přičemž proband v okamžiku zahlédnutí cyklisty zmáčkne klávesu a program zaznamená vzdálenost mezi cyklistou a automobilem. Minimální skupina probandů byla stanovena na počet 24 osob, z toho 8 mužů, 8 žen a 8 seniorů. Tato skupina musí být starší 18 let a vlastnit platný řidičský průkaz.

V rámci provedení experimentu bylo otestováno celkem 30 probandů, z čehož zastoupení seniorů je v počtu 8 lidí ve věku od 67 do 79 let s věkovým průměrem 73 let. Ze zbylých 22 probandů je 11 mužů v letech od 18 do 53 let s věkovým průměrem 37 let a 11 žen v letech od 26 do 59 let s věkovým průměrem 34 let.

V následující tabulce 9 máme záznam celého měření.

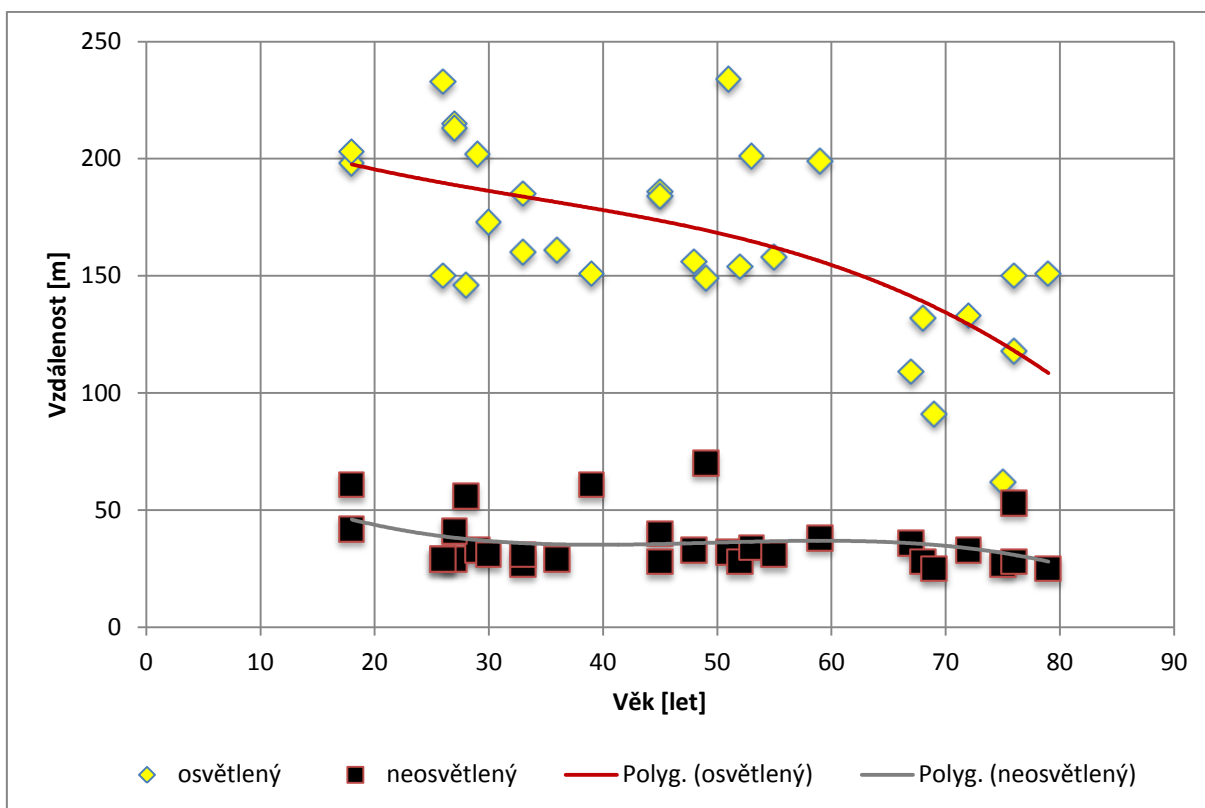
| | | Vzdálenost [m] | | | | | |
|----------|-----|----------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | | Mlha | | Noc | | Děšť | |
| muž/žena | Věk | Neosvětlený | Osvětlený | Neosvětlený | Osvětlený | Neosvětlený | Osvětlený |
| muž | 18 | 64 | 62 | 61 | 198 | 89 | 232 |
| muž | 18 | 60 | 63 | 42 | 203 | 69 | 193 |
| muž | 26 | 62 | 63 | 29 | 233 | 38 | 213 |
| muž | 27 | 63 | 61 | 29 | 215 | 51 | 180 |
| muž | 29 | 62 | 63 | 33 | 202 | 44 | 183 |
| muž | 33 | 64 | 61 | 27 | 185 | 38 | 164 |
| muž | 45 | 62 | 64 | 28 | 186 | 83 | 193 |
| muž | 49 | 63 | 63 | 70 | 149 | 92 | 164 |
| muž | 51 | 61 | 64 | 32 | 234 | 53 | 148 |
| muž | 52 | 61 | 63 | 28 | 154 | 81 | 173 |
| muž | 53 | 62 | 63 | 34 | 201 | 72 | 191 |
| žena | 26 | 62 | 64 | 29 | 150 | 52 | 185 |
| žena | 27 | 61 | 64 | 41 | 213 | 59 | 193 |
| žena | 28 | 65 | 62 | 56 | 146 | 95 | 199 |
| žena | 30 | 62 | 62 | 31 | 173 | 56 | 201 |
| žena | 33 | 61 | 62 | 31 | 160 | 42 | 181 |
| žena | 36 | 61 | 62 | 29 | 161 | 49 | 179 |
| žena | 39 | 63 | 62 | 61 | 151 | 72 | 179 |
| žena | 45 | 60 | 61 | 40 | 184 | 74 | 193 |
| žena | 48 | 63 | 62 | 33 | 156 | 63 | 164 |
| žena | 55 | 62 | 62 | 31 | 158 | 44 | 170 |
| žena | 59 | 61 | 60 | 38 | 199 | 49 | 149 |
| muž | 67 | 60 | 62 | 36 | 109 | 38 | 125 |
| žena | 68 | 62 | 61 | 28 | 132 | 46 | 148 |
| žena | 69 | 62 | 63 | 25 | 91 | 35 | 84 |
| muž | 72 | 59 | 61 | 33 | 133 | 44 | 91 |
| žena | 75 | 60 | 59 | 27 | 62 | 30 | 52 |
| muž | 76 | 63 | 62 | 53 | 118 | 27 | 74 |
| žena | 76 | 64 | 64 | 28 | 150 | 50 | 120 |
| muž | 79 | 59 | 63 | 25 | 151 | 61 | 113 |

Tabulka 9 – Záznam objektivního experimentu probandů na simulaci

7.2.1 Noc

Záznam vzdáleností ze simulace v noci je vidět v grafu na obrázku 36. Z grafu vyplývá, že v noci je velký rozdíl mezi osvětleným a neosvětleným cyklistou. Neosvětlený cyklista je vidět z 30–40 m všemi věkovými kategoriemi. Tento fakt je dán tím, že je cyklista už na úrovni dosvitu potkávacích světel osobního automobilu. Dále je z grafu patrné, že jej někteří probandi viděli již dříve na úrovni cca 60 m, ale v této vzdálenosti není možné

s určitostí říci, zda se jedná o cyklistu nebo nějaký jiný objekt nebo stín. V případě, kdy byl cyklista již osvětlený, projevilo se věkové uskupení probandů. Mladší řidiči viděli cyklistu od úrovně 150 m až do 200 m, kdy někteří zaregistrovali cyklistu i nad 200 m. U seniorů zaznamenáváme výrazný pokles viditelnosti a dostáváme se na hodnoty mezi 100 až 150 m, v jednom případě až na úroveň neosvětleného cyklisty k 60 m.



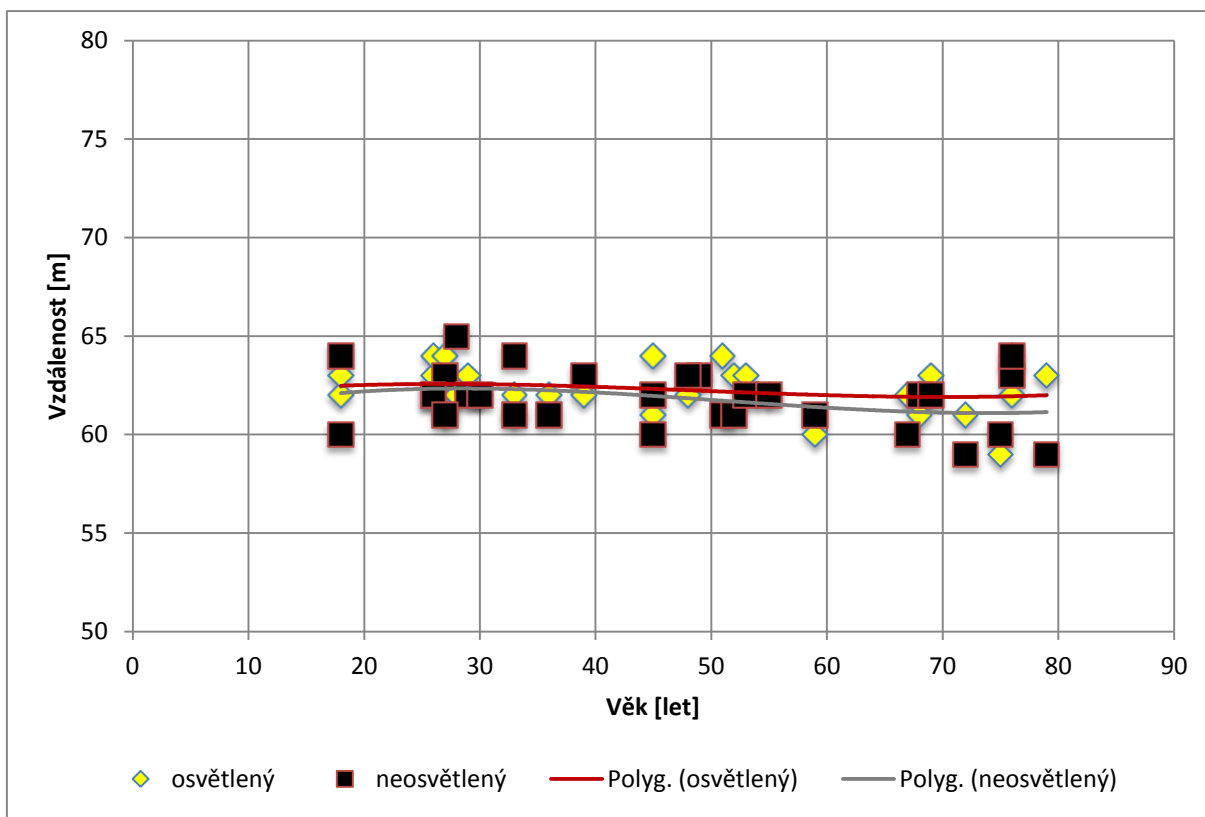
Obrázek 36 – Graf výsledků reakcí skupiny probandů na simulaci viditelnosti cyklisty v noci

Tímto se nám potvrdil subjektivní experiment v noci z předchozí kapitoly, kdy byl cyklista se zadním bezpečnostním světlem dobře vidět až na vzdálenost 200 m. Navíc v reálném experimentu se měřilo staticky, kdy se cyklista bodově posunoval po vzdálenosti. Neosvětlený cyklista byl v rámci reálného experimentu dobře vidět bez osvětlení na hranici 20 m, kde ještě na 30 m byl viděn malý světelný bod z odrazek povinné výbavy, v simulaci je viditelnost kolem 30-40 m, ale obecně lze říci, že velmi záleží na seřízení předních světel, která v noci tvoří hranici viditelnosti neosvětleného cyklisty.

7.2.2 Mlha

Záznam vzdáleností ze simulace v mlze je vidět v grafu na obrázku 37. V simulaci se vyskytovala výrazně hustější mlha než v reálném experimentu, kde v dané lokalitě tak silné mlhy nebývají. Nicméně se opět potvrdilo, že mlha naprosto snižuje vliv osvětlení cyklistů, kdy byl osvětlený cyklista vidět úplně stejně jako neosvětlený v téměř shodné

vzdálenosti v úzkém intervalu vzdáleností 59–65 m. Navíc tato vzdálenost byla shodná skrze celé věkové spektrum.



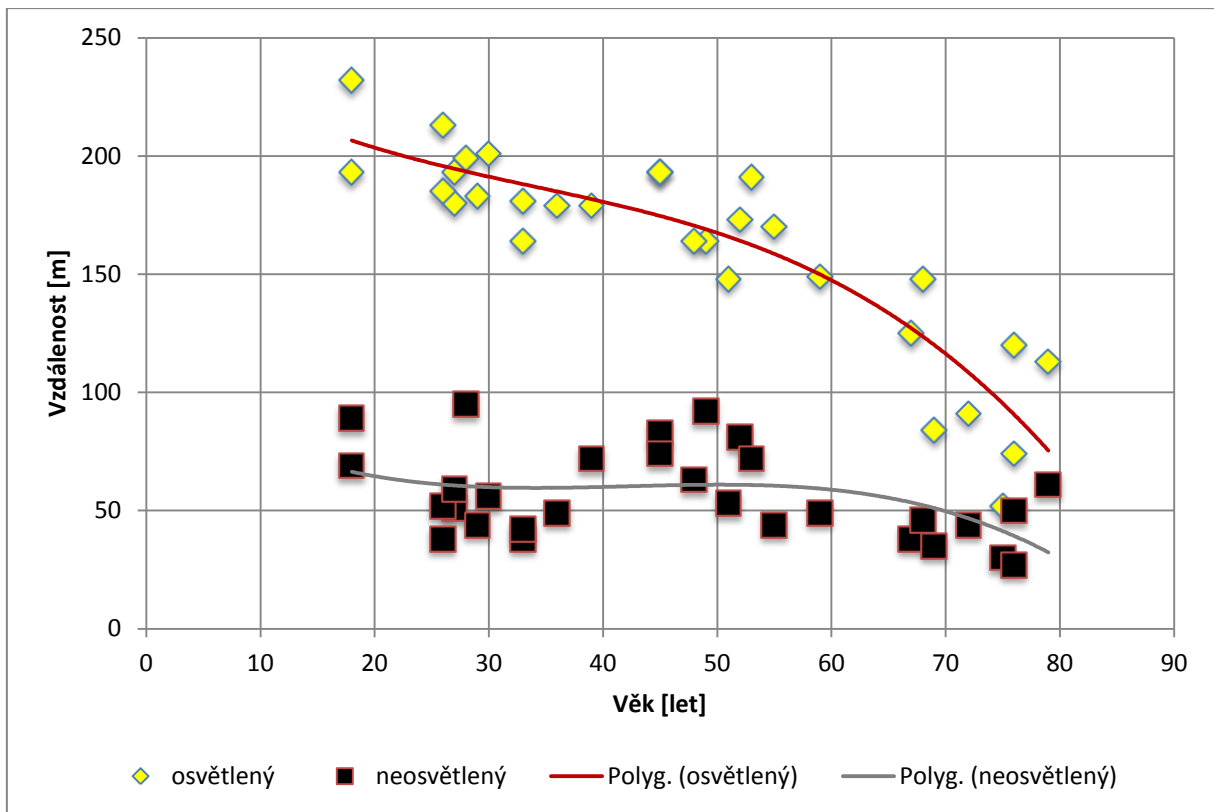
Obrázek 37 – Graf výsledků reakcí skupiny probandů na simulaci viditelnosti cyklisty v mlze

7.2.3 Déšť v podvečer

Záznam vzdáleností ze simulace v podvečer v dešti je vidět v grafu na obrázku 38. V této simulaci je počasí navrženo jako velmi zataženo v podvečer se silným deštěm. Výsledky simulace testování probandů se velmi přibližují výsledkům noci.

U neosvětlených cyklistů byla viditelnost logicky vyšší, neboť více přírodního světla umožnilo vidět dál než po hranici světla z vozidla. Zaznamenáváme zde však stagnaci u seniorů, kde je vzdálenost jen nepatrně vyšší než v noci a to 30-50 m. U neseniů byla situace velmi individuální a až tak nezáleželo na věku, vzdálenost se pohybovala od 30 až po 100 m.

U osvětlených cyklistů v dešti zde zaznamenáváme klesající trend viditelnosti s věkem, kde nejmladší probandi viděli cyklistu až na vzdálenost přes 200 m, následně u probandů až do 60 let se pohybovala mezi 150 a 200 m. U seniorů vidíme rapidní pokles dokonce až k 50 m. Lidé v seniorském věku už nemají takovou pozornost a mají rozšířenější oční vady a tato kombinace počasí šera a deště se na viditelnosti projeví více než v noci.



Obrázek 38 – Graf výsledků reakcí skupiny probandů na simulaci viditelnosti cyklisty podvečer v dešti.

8 Opatření ke zlepšení bezpečnosti cyklistů

Na základě provedených experimentů sledávám zásadní problém v prvcích povinné výbavy jízdního kola, kdy jsou vyžadovány přední a zadní odrazky (velikosti alespoň 2000 mm² s jednou stranou vepsaného čtyřúhelníku nejméně 40 mm), odrazky v pedálech a odrazky boční v paprscích kol (velikost alespoň 2000 mm² s jednou stranou vepsaného čtyřúhelníku nejméně 20 mm). Dále je v zákoně č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění vyhlášky Ministerstva dopravy 341/2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích uvedeno, že tyto odrazky mohou být nahrazeny odrazovými materiály stejných vlastností. Navrhoval bych úpravu této vyhlášky ve smyslu toho, že by přední a zadní odrazky měly být doplněny o prvky reflexních materiálů na oděvu cyklisty minimálně v dvojnásobných rozměrech stávajících odrazek. V ideálním případě upravit tuto vyhlášku na povinnost nosit reflexní vestu z fluorescenčního materiálu s retroreflexními plochami (případně oblečení splňující tyto požadavky), kde by byly stanoveny minimální rozměry fluorescenční a retroreflexní plochy na této vestě (příklad vesty na obrázku 39), aby bylo možno nosit i sportovnější varianty jako na obrázku 40. Tato povinnost by byla pouze

za snížené viditelnosti v extravilánu. Jednalo by se o obdobu odstavce 9 zákona 48/2016 Sb. který udává chodcům povinnost nosit prvky z retroreflexního materiálu, pokud se pohybují mimo obec za snížené viditelnosti po krajnici nebo po okraji vozovky v místě, které není osvětleno veřejným osvětlením. Tyto fluorescenční vesty s většími plochami reflexních materiálů by za snížené viditelnosti v noci měly přidat až 200 m na viditelnosti cyklisty oproti klasické přední a zadní odrazce, v mlze a šeru by se dle experimentů mělo jednat o zvýšení viditelnosti až o 100 m oproti klasickým odrazkám podle síly mlhy. Vzdálenosti pro reakce řidiče by se tímto posunuly až přes 150 m, což už je oproti vzdálenostem do 50 m dostatečné pro zareagování řidiče na cyklistu a provedení případného manévru. [4] [26]



Obrázek 39 – Příklad reflexní vesty [27]

Obrázek 40 – Příklad sportovního typu reflexní vesty [28]

Co se týká osvětlení cyklistů, bezpečnostní světla se jeví jako dostatečné. Je však nutné apelování na cyklisty ze strany PČR a různých organizací zabývajících se bezpečností cyklistů (např. BESIP), aby tyto světla za snížené viditelnosti používali a to zejména v noci. Rozdíl v použití světla udělá rozdíl ve viditelnosti 100 – 200 m v závislosti na zkušenosti a věk řidičů. Výkonné přední světlo podle očekávání předčilo přední bezpečnostní světlo a dokonce v noci i velmi přispělo k viditelnosti zezadu. Určitě bych používání toho to světla doporučil, cyklista s tímto světlem byl dobře vidět až na 500 m, je však třeba dbát na správný sklon světla k zemi, aby nedocházelo k oslňování ostatních účastníků silničního provozu, jelikož kužel světelného toku těchto světel není nikterak směrově odstíněn.

9 Závěr

Cílem této práce bylo shrnout bezpečnost cyklistů jako celek, zvolit vhodný parametr týkající se bezpečnosti a experimentálně jej ověřit a zkusit navrhnout zlepšení prvků bezpečnosti cyklistů.

První část práce se věnovala statistice nehodovosti cyklistů v ČR, kdy je usilováno o dlouhodobé snížení počtu nehod, což se v posledním roce sledované statistiky nepodařilo udržet vůči předpokladům, ale trend je dlouhodobě klesající. Dále bylo zjištěno, že při smrtelných nehodách nemělo 85 % cyklistů při nehodě helmu, navíc je meziročně zaznamenán nárůst usmrcených cyklistů bez přilby. Velkým problémem je u cyklistů alkohol, kdy u dopravních nehod zaviněných cyklisty pod vlivem alkoholu a návykových látek je 63 % těchto nehod pod vlivem alkoholu 1,5 ‰ a výše. Nejvíce nehod se děje v letních měsících. Nejrizikovější skupinou jsou senioři ve věku 61–70 let. Nejčastější příčinou dopravních nehod byl v roce 2017 nesprávný způsob jízdy.

Dále byly sestaveny podle statistiky příčiny nehod cyklistů dle PČR, které byly rozšířeny o jisté specifické případy nehod cyklistů, které byly vytipovány z reálného provozu. Na tuto kapitolu navazuje kapitola nejtypičtějších cyklistických chyb.

Další kapitola se zabývá sestavením nejtypičtějších nehodových dějů u cyklistů. Jedná se o kolizi cyklisty s pohybujiícím se předmětem, kolizi s pevnou překážkou a pád na pevnou podložku. Srážka s pohybujiícím se předmětem tvoří 85 % ze všech případů a z toho 70 % tvoří srážka s osobním automobilem. U tohoto typu srážky byly zjištěny 3 nejčastější polohy cyklisty a OA, které byly blíže popsány.

Následně byly zmapovány bezpečnostní prvky cyklisty z hlediska pasivní a aktivní bezpečnosti, se zaměřením na prvek aktivní bezpečnosti osvětlení. Byly analyzovány prvky povinné výbavy cyklistů z hlediska osvětlení, rozlišení světel a prvků zvyšujících viditelnost do jednotlivých kategorií, ze kterých bylo čerpáno při provedení experimentu.

V praktické části práce byly provedeny dva experimenty – subjektivní a objektivní měření vzdálenosti viditelnosti cyklisty v různých prostředích a s různými prvky pro zvýšení viditelnosti a osvětlení. Subjektivní experiment se měřil venku v terénu staticky. Pro objektivní experiment byla vytvořena počítačová simulace ve spolupráci s Ústavem dopravních prostředků FD ČVUT. Byla otestována skupina 30 probandů a následně oba experimenty vyhodnoceny. Z experimentů byl vyvozen značný přínos retroreflexních a fluorescenčních materiálů za snížené viditelnosti pro cyklisty. Oproti klasickým odrazkám byly rozdíly markantní. Zároveň byly navrženy možné úpravy v legislativě povinné výbavy

cyklistů, aby tyto prvky přispěly k zlepšení viditelnosti cyklistů a tím zmírnění celkové nehodovosti.

Věřím, že veškeré poznatky a zkušenosti získané při tvorbě této diplomové práce využiji a zúročím i v budoucnu ve svém profesním i osobním životě. Rovněž také doufám, že práce poslouží jako vhodný podklad ke zvážení úprav v legislativních předpisech týkajících se problematiky bezpečnosti a viditelnosti cyklistů.

10 Použité zdroje

- [1] BESIP, Statistiky nehodovosti v České republice. [online]. [cit. 2018-11-12]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Statistiky/Statistiky-nehodovosti-v-Ceske-republice>
- [2] Alkoholmetr, Alkoholová kalkulačka pro výpočet odbourávání alkoholu v krvi. [online]. [cit. 2019-1-25]. Dostupné z: <https://www.alkoholmetr.cz/>
- [3] PČR, Návykové látky. [online]. [cit. 2019-1-25]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/narodni-protidrogova-centrala-skpvnavykove-latky-navykove-latky.aspx>
- [4] BESIP, Aktivní pohyb v silničním provozu, Cyklisti. [online]. [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Aktivni-pohyb-v-silnicnim-provozu/Na-kole>
- [5] Dopravní nehody cyklistů: soudně lékařská reflexe problému. MUDr. František Štuller, prof. MUDr. František Novomeský, PhD. [online]. [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2003/06/05.pdf>
- [6] Cyclists interacting with passenger cars; a study of real world crashes. M Lindman, S Jonsson, L Jakobsson, T Karlsson, D Gustafson, A Fredriksson. [online]. [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: http://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc15/pdf_files/10.pdf
- [7] Polytrauma. [online]. [cit. 2018-12-13]. Dostupné z: <http://www.hid.cz/clanky/polytrauma.html>
- [8] ČSN EN 1078+A1. Přilby pro cyklisty a pro uživatele skateboardů a kolečkových bruslí. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013
- [9] MIPS. [online]. [cit. 2019-2-13]. Dostupné z: <http://mipsprotection.com/>
- [10] MTBS, Mips. [online]. [cit. 2019-2-13]. Dostupné z: <https://mtbs.cz/clanek/mips-revoluce-v-bezpecnosti-cyklistickyh-prileb/kategorie/tech-news#.XOHT01IzZph>
- [11] Výroba a recyklace autoskla. [online]. [cit. 2019-4-8]. Dostupné z: <http://www.autosklo-autoskla.cz/o-autosklech/vyroba-a-recyklace-autoskla/>
- [12] Technologie brýlí Oakley. [online]. [cit. 2019-2-10]. Dostupné z: <https://jumpsport.cz/poradna/technologie-bryli-oakley>

- [13] Pasivní prvky bezpečnosti – Bezpečnost automobilů – Bezpečné cesty.cz. [online]. [cit. 2019-5-4]. Dostupné z:
<https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecnost-automobilu/pasivni-prvky-bezpecnosti>
- [14] KOVANDA, J., ŠATOCHIN, V.: Pasivní bezpečnost vozidel. Vydání 1. Praha: ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02235-8
- [15] BESIP, Bezpečně na silnicích, Prvky pasivní bezpečnosti. [online]. [cit. 2019-5-4]. Dostupné z:
<http://www.bezpecnenasilnicich.cz/page/78>
- [16] VLK, F.: Karoserie motorových vozidel: ergonomie, biomechanika, struktura, pasivní bezpečnost, kolize, materiály. 1. vydání. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2000. ISBN 80-238-5277-9.
- [17] Cyklodoprava, Bezpečnost, Povinná výbava. [online]. [cit. 2019-4-14]. Dostupné z:
<https://www.cyklodoprava.cz/bezpecnost/povinna-vybava/>
- [18] Test žárovek světel automobilu. [online]. [cit. 2019-4-15]. Dostupné z:
<https://autobible.euro.cz/test-deseti-zarovek-h7-ktou-vybrat-abyste-za-tmy-videli-nelepe/>
- [19] Světla na kolo. [online]. [cit. 2019-4-15]. Dostupné z:
<https://www.kola-radotin.cz/nakupni-radce/jak-vybrat-svetlo-na-kolo>
- [20] Techniled, Světelný tok. [online]. [cit. 2019-4-15]. Dostupné z:
<http://www.techniled.cz/22-svetelny-tok/>
- [21] LEDME, LED čipy CREE. [online]. [cit. 2019-4-15]. Dostupné z:
<https://ledme.cz/content/23-cree-vysoce-svitive-led-cipy>
- [22] Úplné znění zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu). Vydání: dvacáté. Praha: Armex Publishing, 2018. Edice kapesních zákonů. ISBN 978-80-87451-59-5.
- [23] Viditelnost a osvětlení cyklisty. [online]. [cit. 2019-4-15]. Dostupné z:
https://www.opavounakole.info/opava/viditelnost_cyklistika1.htm
- [24] Bezpečné cesty, Viditelnost chodců. [online]. [cit. 2019-4-15]. Dostupné z:
<https://www.bezpecnecesty.cz/cz/dopravni-vychova/dopravni-vychova-ve-skolach/chodec/viditelnost-chodcu>
- [25] Svaz Dvozců Automobilů, Statistika. [online]. [cit. 2019-5-15]. Dostupné z:
<http://portal.sda-cia.cz/>

[26] Zákony ČR. [online]. [cit. 2019-5-15]. Dostupné z:

<https://www.zakonyprolidi.cz/>

[27] Sportisimo, Reflexní sportovní vesta. [online]. [cit. 2019-5-15]. Dostupné z:

<https://www.sportisimo.cz/runto/vesta/117273/>

[28] Reflexní vesta. [online]. [cit. 2019-5-15]. Dostupné z:

<https://www.reklamnitechnologie.cz/detail/3294-reflexni-vesta-zluta-xxxl-sublimace-termotransfer>

11 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Vývoj počtu usmrcených a těžce zraněných cyklistů vzhledem k Národní strategii bezpečnosti silničního provozu

Obrázek 2 – Vývoj počtu usmrcených cyklistů na pozemních komunikacích v ČR

Obrázek 3 – Vývoj počtu těžce zraněných cyklistů na pozemních komunikacích v ČR

Obrázek 4 – Kumulativní vývoj počtu usmrcených cyklistů v roce 2017 vzhledem k NSBSP

Obrázek 5 – Kumulativní vývoj počtu těžce zraněných cyklistů v roce 2017 vzhledem k NSBSP

Obrázek 6 – Počet usmrcených cyklistů v jednotlivých krajích v roce 2017

Obrázek 7 – Počet těžce zraněných cyklistů v jednotlivých krajích v roce 2017

Obrázek 8 – Počet smrtelných nehod cyklistů v roce 2017 s přilbou a bez přilby

Obrázek 9 – Dlouhodobý vývoj počtu usmrcených cyklistů v ČR

Obrázek 10 – Dlouhodobý relativní vývoj počtu usmrcených cyklistů v ČR

Obrázek 11 – Podíl usmrcených cyklistů ke všem usmrceným v ČR v letech 1993–2017

Obrázek 12 – Podíl usmrcených cyklistů v jednotlivých měsících v roce 2017

Obrázek 13 – Podíl těžce zraněných cyklistů v jednotlivých měsících v roce 2017

Obrázek 14 – Počet usmrcených a těžce zraněných cyklistů v jednotlivých dnech v týdnu roku 2017

Obrázek 15 – Počet usmrcených a těžce zraněných cyklistů v jednotlivých hodinách roku 2017

Obrázek 16 – Podíl usmrcených a těžce zraněných cyklistů v jednotlivých denních hodinách roku 2017

Obrázek 17 – Podíl usmrcených cyklistů podle věkových kategorií v roce 2017

Obrázek 18 – Rozdělení nehod zaviněných cyklisty pod vlivem alkoholu a návykových látek podle množství v roce 2017

Obrázek 19 – Vlevo mapa napětí bez MIPS, vpravo se systémem MIPS

- Obrázek 20 – Deformační charakteristika přední části karoserie
- Obrázek 21 – Povinná výbava jízdního kola
- Obrázek 22 – Kategorie cyklistických světel
- Obrázek 23 – Princip retroreflexe
- Obrázek 24 – Srovnání viditelnosti barevného oblečení a reflexního materiálu ve
- Obrázek 25 – Prostředí experimentu
- Obrázek 26 – Jízdní kolo – prvky viditelnosti a osvětlení
- Obrázek 27 – Přehled použitého osvětlení
- Obrázek 28 – Figurant pro experiment
- Obrázek 29 – Graf viditelnosti cyklisty bez prvků osvětlení v noci
- Obrázek 30 – Záznam experimentu viditelnosti cyklisty bez prvků osvětlení v noci
- Obrázek 31 – Graf porovnání viditelnosti cyklisty s použitím reflexního prvku spolu se světelnými prvky v noci
- Obrázek 32 – Záznam experimentu viditelnosti cyklisty s prvky osvětlení v noci
- Obrázek 33 – Vliv mlhy na světla a reflexní materiály
- Obrázek 34 – Graf porovnání viditelnosti reflexního prvku spolu se světelnými prvky za rozbřesku v mlze
- Obrázek 35 – Záznam experimentu viditelnosti reflexního prvku spolu se světelnými prvky za rozbřesku v mlze
- Obrázek 36 – Graf výsledků reakcí skupiny probandů na simulaci viditelnosti cyklisty v noci
- Obrázek 37 – Graf výsledků reakcí skupiny probandů na simulaci viditelnosti cyklisty v mlze
- Obrázek 38 – Graf výsledků reakcí skupiny probandů na simulaci viditelnosti cyklisty podvečer v dešti.
- Obrázek 39 – Příklad reflexní vesty [27]
- Obrázek 40 – Příklad sportovního typu reflexní vesty [28]

12 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Časový vývoj podílu následků dopravních nehod cyklistů bez/s přilbou

Tabulka 2 – Nehody zaviněné cyklisty pod vlivem alkoholu nebo návykové látky v letech 2010–2017

Tabulka 3 – Rozdělení důsledků nehod cyklistů pod vlivem alkoholu nebo návykové látky v letech 2010–2017

Tabulka 4 – Rozdělení nehod cyklistů podle místa a druhu zranění v roce 2017

Tabulka 5 – Rozdělení příčin nehod cyklistů a druhu zranění v roce 2017

Tabulka 6 - Čelo - čelní kolize

Tabulka 7- Čelo – zadní kolize

Tabulka 8 - Čelo – boční kolize

Tabulka 9 – Záznam objektivního experimentu probandů na simulaci