

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

**Vliv světelných podmínek na bezpečnostní  
aspekty v dopravě**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Veronika Hartová, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Vojtěch Řepka

Praha 2021

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vojtěch Řepka

Technika a technologie v dopravě a spojích  
Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Vliv světelných podmínek na bezpečnostní aspekty v dopravě**

Název anglicky

**Influence of lighting conditions on safety aspects in transport**

---

### Cíle práce

Diplomová práce je tematicky zaměřena na problematiku bezpečnosti dopravy. Hlavním cílem práce bude analyzovat vliv světelných podmínek na bezpečnost v dopravě. A následně vypracovat opatření, která by zvýšila bezpečnost na pozemních komunikacích.

### Metodika

Metodika řešené problematiky diplomové práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Praktická část práce se bude věnovat testování bezpečnosti dopravního provozu za různých světelných podmínek. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků měření budou formulovány závěry diplomové práce.

Práce bude zpracována dle osnovy:

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika práce
- 4 Přehled řešené problematiky
- 5 Praktická část práce
- 6 Zhodnocení výsledků
- 7 Závěr
- 8 Seznam použitých zdrojů
- 9 Přílohy

**Doporučený rozsah práce**

40 až 50 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

**Klíčová slova**

doprava, bezpečnost, světelné podmínky, ochrana zdraví

---

**Doporučené zdroje informací**

BUĎA, Jan. Jak předcházet bezpečnostním rizikům v silniční dopravě. 2. vyd. Praha: Vogel, 2007. ISBN 80-864-1182-6.

HABEL, Jiří. Světlo a osvětlování. Praha: FCC Public, 2013. ISBN 8086534219.

PŘIBYL, P a M SVÍTEK. Inteligentní dopravní systémy. B.m.: BEN, 2001. ISBN 9788073000295.

VLK, František. Automobilová elektronika 1: Asistenční a informační systémy. 1. vydání. Brno : Prof. Ing. František Vlk, DrSc., 2006. 269 s. ISBN 80-239-6462-3.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2020/2021 LS – TF

**Vedoucí práce**

Ing. Veronika Hartová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vozidel a pozemní dopravy

---

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2020

**Ing. Martin Kotek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 24. 2. 2020

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 16. 07. 2020

## Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem diplomovou na téma: Vliv světelných podmínek na bezpečnostní aspekty v dopravě vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne:

.....

## Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí práce Ing. Veronice Hartové, Ph.D, za její pomoc a cenné rady při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat své sestře Tereze Řepkové za ochotu a pomoc při měření v praktické části této práce.

**Abstrakt:**

Tato diplomová práce se zabývá studii rizik plynoucí ze snížené viditelnosti pro účastníky silničního provozu. Zabývá se také možnostmi ochrany a využitím reflexních prvků jako součásti zvýšení viditelnosti a ochrany především chodců. V teoretické části jsou popsány možnosti zvýšení viditelnosti a zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích, dále se v teoretická část věnuje legislativě a shrnutí statistik dopravní nehodovosti na území České republiky. Praktická část se věnuje hodnocení viditelnosti chodce v různém oblečení včetně reflexních prvků na pozemní komunikaci za snížené viditelnosti. Cílem práce je zhodnocení vlivu světelných podmínek na bezpečnost v dopravě.

**Klíčová slova:**

doprava, bezpečnost, světelné podmínky, ochrana zdraví

**Influence of lightning conditions on saefty aspects in transport****Abstract:**

This diploma thesis deals with the study of risks arising from reduced visibility for the participants of road traffic. It also deals with the possibilities of protection and the use of reflective elements as part of increasing visibility and protection especially of pedestrians. The theoretical part describes the possibilities of increasing visibility and increasing saefty on roads, the theoretical part also deals with legislation and a summary of traffic accident statistics in the Czech Republic. The practical part is devoted to the evaluation of the visibility of pedestrians in various clothes, including reflective elements on the road with reduced visibility. The purpose of the work is to evaluate the influence of lighting conditions on the saefty of road traffic.

**Key words:**

traffic, saefty, lighting conditions, health protection

## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce .....	2
3. Metodika práce.....	3
4. Přehled řešené problematiky .....	4
4.1 Vliv prostředí na člověka .....	4
4.1.1 Význam světla pro člověka .....	4
4.1.2 Vliv podnebí na bezpečnost .....	5
4.2 Aktivní bezpečnost vozidel.....	8
4.2.1 Výhled z vozidla.....	8
4.2.2 Osvětlení vozidel.....	8
4.2.3 Noční vidění .....	13
4.3 Reflexní prvky.....	15
4.3.1 Reflexní prvky na pozemních komunikacích.....	15
4.3.2 Reflexní prvky na vozidlech .....	19
4.3.3 Reflexní prvky pro chodce .....	20
4.4 Legislativa .....	24
4.5 Statistika dopravních nehod .....	25
5. Praktická část práce.....	29
5.1 Popis místa měření .....	29
5.2 Podmínky měření .....	30
5.3 Použité prvky.....	30

5.4 Zdroj světla (vozidlo) .....	30
5.5 Postup měření .....	31
6. Zhodnocení výsledků .....	32
7. Závěr.....	37
8. Seznam použitých zdrojů .....	38
8.1 Seznam zdrojů .....	38
8.2 Seznam obrázků .....	43
8.3 Seznam tabulek .....	46
9. Přílohy .....	I
Příloha I – fotodokumentace statické části měření.....	I



# 1. Úvod

Provoz na pozemních komunikacích je klíčový pro fungování moderní společnosti. Prakticky každý z nás se každý den stává účastníkem. Stačí pokud se člověk vydá ven z domu a stane se účastníkem silničního provozu. Samozřejmě ne vždy se silničního provozu člověk účastní za bezvadné viditelnosti. Často se tak stává také za snížené viditelnosti, jako třeba za tmy, během mlhy, deště apod. Během pohybu po pozemních komunikacích za snížené viditelnosti se lidé vystavují většímu riziku úrazu či úmrtí, a to jako řidiči i jako chodci.

Pro zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích, a to jak chodců, tak řidičů se používají různé takzvané aktivní bezpečnostní prvky. Jejich úkolem je předejít dopravní nehodě. Od osvětlení, které patří k nejdůležitějším prvkům ochrany přes reflexní prvky až po různé elektronické systémy zvyšující bezpečnost, jakými jsou například noční vidění. [1]

Pro předcházení vzniku dopravních nehod za snížené viditelnosti je důležité dodržovat pravidlo vidět a být viděn. Pro řidiče to znamená především dodržovat povinné svícení, nebo správně očistit okna v zimním období. V případě chodců je důležitá hlavně část být viděn, tedy nosit ochranné prvky v závislosti na období a okolním prostředí. Od zavedení zákonné povinnosti nosit reflexní oblečení za snížené viditelnosti mimo obec klesl počet usmrcených chodců přibližně o třetinu. Nejúčinnější ochranou jsou reflexní prvky, vzhledem k jejich vysoké odrazivosti dopadajícího světla. [2][3]

Rešeršní část této práce se bude zabývat popisem vlivu prostředí na člověka, osvětlením a sníženou viditelností s kterou se každý účastník silničního provozu může setkat na pozemních komunikacích. Dále je zde uvedeno rozdělení a použití reflexních prvků či statistika dopravních nehod a v neposlední řadě také legislativa týkající se osvětlení a používání reflexních prvků v provozu. [2][3]

Praktická část práce se věnuje měření jednotlivých druhů oblečení a jeho vlivu na viditelnost chodce v silničním provozu. Měření se skládalo ze dvou částí, statické, kdy chodec stál vždy ve stejných vzdálenostech od vozidla a dynamické, kdy se chodec postavil na řidiči předem neznámé místo a řidič zastavil v okamžiku spatření chodce a změřila se vzdálenost. Výsledky potvrdily účinnost reflexních prvků v případě pasivní ochrany chodců v silničním provozu. [2][3]

## 2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zhodnotit vliv světelných podmínek na bezpečnost v dopravě. Dílčím cílem práce bude v rešeršní části zhodnotit možnosti zvýšení viditelnosti v prostředí pozemních komunikací za snížené viditelnosti. Dále stanovit možnosti a účinnosti ochrany zdraví a života při použití reflexních a jiných ochranných prvků v okolí pozemních komunikací. Praktická část práce bude mít za úkol zhodnotit účinnost reflexních prvků při ochraně chodců v silničním provozu v porovnání s běžným oblečením. To bude provedeno za soumraku a za tmy.

### 3. Metodika práce

Metodika práce bude spočívat ve shromáždění informací o působení podnebí a prostředí na člověka a jejich vlivu na bezpečnost v dopravě. Práce se také bude zabývat možnostmi zvýšení bezpečnosti na pozemní komunikaci použitím reflexních a jiných ochranných prvků. Tyto informace získané z odborných publikací budou zpracovány v rešeršní části práce.

Praktická část práce bude zaměřena na viditelnosti chodce na pozemní komunikaci a bude složena ze dvou částí. V první části měření bude úkolem stanovit průměrnou vzdálenost, na kterou je chodec vidět při pohybujícím se vozidle. Měření se bude provádět za snížené viditelnosti, tedy za soumraku a za tmy. Měření bude probíhat v měsíci listopad. Část prováděná za soumraku bude probíhat v období od 16:30 do 17:00, měření za tmy bude probíhat po 18:00 hodin. Chodec bude postupně vybaven čtyřmi různými prvky oblečení od tmavého po reflexní. Chodec se postaví vždy na řidiči předem neznámé místo. Po spatření chodce řidič vždy neprodleně zastaví vozidlo a změří se vzdálenost od přední části vozidla k chodci. Měření bude probíhat za pomoci měřicího pásma se 100 metrovým rozsahem.

Ve druhé části se chodec postaví do předem určené vzdálenosti od vozidla, která bude měřena od přední části vozidla a stanovena na 30, 50 a 100 metrů od vozidla. Stejně jako v první části bude měření probíhat za soumraku a za tmy. Chodec postupně vystřídá taktéž shodně s první částí čtyři různé prvky oblečení. Úkolem řidiče v této části bude subjektivně posoudit viditelnost chodce v jednotlivých prvcích oblečení a vzdálenostech od vozidla. Řidič bude sedět ve vozidle, sedadlo uzpůsobené a ruce na volantu jako při jízdě. Kritéria, podle kterých bude řidičem posuzována viditelnost chodce jsou uvedena v kapitole 6. V obou částech měření budou použity pouze potkávací světlomety vozidla.

V obou částech bude použito totožné oblečení pro chodce, a to konkrétně tmavá bunda, světlá bunda, poté se na tmavé oblečení umístí reflexní prvky v podobě reflexních pásků a na konec bude použita reflexní vesta. Pro měření vzdálenosti bude použito měřicí pásmo. Řidičem v obou částech bude muž 25 let bez jakýchkoliv očních vad. Chodcem bude taktéž v obou částech totožná osoba.

## 4. Přehled řešené problematiky

V této části práce jsou uvedeny bezpečnostní prvky používané pro zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích. Dále se tato část práce věnuje vlivu prostředí na člověka a jsou zde také uvedeny statistiky dopravní nehodovosti či zákony související s tímto tématem.

### 4.1 Vliv prostředí na člověka

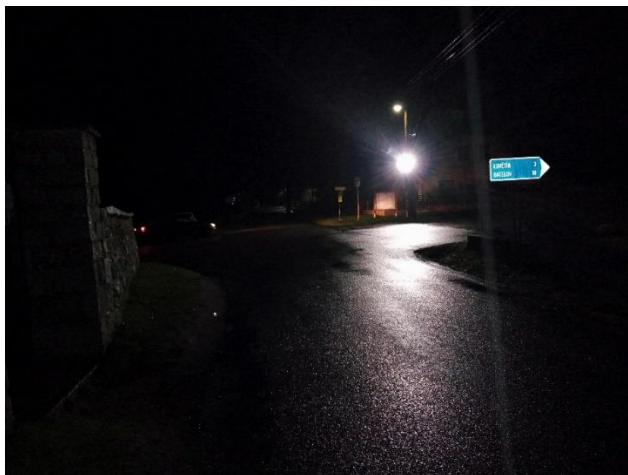
Prostředí, ve kterém se člověk nachází má na něj vždy určitý efekt. Má vliv na to, jak se člověk cítí, jak se dokáže soustředit a přijímat potřebné informace. Při pohybu na pozemních komunikacích je především pro řidiče důležité, aby byl schopen se na řízení soustředit a sledovat dění kolem vozu a okolí. Zrak je tedy pro moderního člověka velice důležitý. V moderní společnosti se u člověka příjem většiny informací odehrává právě prostřednictvím zraku. V průměru člověk přijímá 75 až 90 procent všech informací právě tímto smyslem. V dopravě se v současnosti stále více využívá telematických systémů typu proměnného dopravního značení, které jsou výhodné pro řízení stále narůstající intenzity dopravy, ale současně zvyšují nároky na pozornost řidiče. [4][5]

#### 4.1.1 Význam světla pro člověka

Přirozené denní světlo má pro člověka značný význam. Jeho cyklicita a sezónní výkyvy řídí přirozené biorytmy v lidském těle. Tyto cykly mají vliv na tvorbu hormonů v lidském těle, jejichž hladina se odráží mimo jiné i na psychickém stavu člověka a jeho schopnosti se soustředit. Lidský organismus je těmto cyklům přizpůsobený, nedodržování může vést k poruchám spánku, únavě, snížení pozornosti a výkonnosti a celkovému zhoršení kvality života. Právě únava a stres za volantem vedou k tomu, že se člověk na řízení nesoustředí, zpomaluje se jeho reakční doba, a to může vést k dopravním nehodám. [6][7][8][9]

Umělé osvětlení má pro moderního člověka rovněž velký význam. Použití umělého osvětlení je nejen ve městech z hlediska bezpečnosti velmi žádoucí. Díky pouličnímu osvětlení se člověk může pohybovat prakticky v jakoukoliv denní dobu bez větších rizik v ulicích měst. Použití umělého osvětlení se samozřejmě neomezuje pouze na statické pouliční lampy. Neméně důležité jsou také světlomety automobilů, které by z hlediska bezpečnosti nebylo možné provozovat v nočních hodinách. Výhody umělého osvětlení jsou nesporné, ovšem použití umělého osvětlení má i svá úskalí, které nemusí být na první pohled zřejmé. Pokud se pomine vliv umělého prostředí na spotřebu energie, noční přírodu či zdravotní rizika

spojená s narušením střídání cyklů den a noc, zůstane vliv umělého osvětlení na bezpečnost provozu. Umělé osvětlení se samozřejmě používá pro zvýšení bezpečnosti, avšak nevhodné použití může mít zejména ve vztahu k silniční dopravě opačný efekt. Chybně zvolené, nainstalované nebo nekvalitní osvětlení může řidiče oslňovat. To je patrné z obrázku 1, na kterém je zobrazen nevhodně umístěný reflektor. [6][7]



*Obrázek 1: Nevhodně umístěný reflektor [Autor]*

Další důležitou funkcí umělého osvětlení v silničním provozu je nejen aby člověk viděl, ale také aby o jeho přítomnosti věděli ostatní účastníci silničního provozu. Tedy pravidlo vidět a být viděn. Ze zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích musí mít motorová vozidla za jízdy rozsvícená obrysová a potkávací světla, nebo světla pro denní svícení. Tato světla musí splňovat legislativní podmínky týkající se homologace těchto světel a jejich umístění na vozidle. V opačném případě by jejich nevhodná konstrukce či umístění na vozidle mohlo vést k oslňování, a to následně k riziku vzniku dopravní nehody. [10][6]

#### 4.1.2 Vliv podnebí na bezpečnost

Podnebí v České republice se řadí mezi mírné. Střídají se zde čtyři roční období, pro každé jsou typické jiné podmínky, které mohou působit na člověka. Pokud se pomine vliv tepla a chladu na lidský organismus, jelikož v našich zeměpisných souřadnicích nedochází k až tak extrémním hodnotám, aby měli významný vliv na člověka a jeho schopnost se soustředit a věnovat řízení, zůstane vliv atmosférických podmínek na silniční provoz jako jsou déšť, mlha, sníh apod. [11]

## ***Mlha***

Mlha je podle definice v meteorologickém slovníku atmosférický aerosol, který se sestává z velmi malých vodních kapiček, popřípadě drobných krystalků ledu rozptýlených ve vzduchu při zemi. Podle vzniku se rozlišuje několik druhů mlhy, vznik je tedy možný prakticky v jakémkoli ročním období. Pro řidiče je mlha nebezpečná, jelikož výrazně snižuje viditelnost. Mimo to také dochází ke zkreslení vnímání rychlosti řidičem, jelikož se rychlost vozidla obtížně porovnává s okolními předměty, ten pak vyhodnotí svou rychlost nižší, než ve skutečnosti je a tím se může vytavit nebezpečným situacím vzhledem ke snížené viditelnosti. Dále také mohou kapky mlhy kondenzovat na povrchu vozovky a vytvořit namrzlou vrstvu i při teplotách lehce nad nulou. Při husté mlze je obzvlášť nutné dbát doporučení, které udává, že je třeba jet takovou rychlostí, při které je řidič schopen zastavit vozidlo na vzdálenost na jakou má rozhled. To znamená, že při dohlednosti do 50 metrů by rychlost neměla překročit 50 km/h. Za mlhy je také důležité dodržovat pravidlo vidět a být viděn. Řidiči často během mlhy nejenže nevyužívají světla k tomu určená, ale spoléhají jen na denní svícení. Automobil musí být pro ostatní účastníky silničního provozu viditelný, je tedy potřeba to mít na paměti a rozsvítit obrysová a potkávací světla. [12][13]

## ***Děšť a sníh***

Jízda během deště nebo sněžení má mimo rizik typu aquaplaningu či náledí také riziko v podobě snížené viditelnosti. Jak moc je viditelnost snižena samozřejmě závisí na intenzitě deště či sněžení. Viditelnost také snižuje voda rozprášená koly nákladních vozidel či autobusů a protijedoucích vozidel. Během deště se samozřejmě zvyšuje vlhkost, což vede k zamlžování oken, čímž se také značně snižuje viditelnost. V zimním období je nutné před jízdou řádně odstranit sníh či námrazu z oken, jinak se značně omezí výhled z vozidla, jak je patrné z obrázku 2. Sněžení je v zimě poměrně běžnou záležitostí a řidič je většinou na sníženou viditelnost připraven. Může však dosáhnout takové intenzity, kdy se viditelnost prakticky rovná nule. Tomuto stavu se říká bílá tma, v tomto případě nepomáhají ani kvalitní světlomety a ani reflexní prvky chodců, jelikož sníh tvoří světlu neproniknutelnou bariéru. [14][15]



*Obrázek 2: Nevhodně očištěné čelní sklo [16]*

### ***Sluneční svit***

Sluneční svit může také ovlivnit bezpečnou jízdu řidiče. Lidské oko je schopné se přizpůsobit přechodu ze světla do tmy a naopak. Na tuto adaptaci však potřebuje určitý čas. Při náhlém přechodu mezi různými intenzitami světla dochází k oslnění řidiče, který není na určitou chvíli schopný vnímat veškeré dění kolem vozidla. Tato chvíle potřebná pro přizpůsobení očí řidiče na náhlý přechod mezi světelnými intenzitami zkracuje čas na adekvátní reakci řidiče v případě náhlého vzniku nebezpečné situace na silnici. [17][18]

## 4.2 Aktivní bezpečnost vozidel

Pojem aktivní bezpečnost zahrnuje prvky jejichž úkolem je předejít dopravní nehodě. Patří sem mimo jiné tlumiče, brzdy, řízení, ale také výhled z vozidla, světla nebo různé elektronické systémy zlepšující viditelnost, stabilitu či ovladatelnost vozidla. [19][1]

### 4.2.1 Výhled z vozidla

Výhled z vozidla je základním a nejdůležitějším prvkem aktivní bezpečnosti, musí splňovat zásadu vidět a být viděn. Zajišťují jej okna, zpětná zrcátka a dobrý výhled lze podpořit světlomety. Moderní vozy jsou vybaveny elektronickými prvky, které nám zlepšují přehled o dění kolem vozidla. Jsou jimi například hlídání mrtvého úhlu, parkovací kamery, systém rozpoznání cyklistů a chodců nebo noční vidění. Takovýchto bezpečnostních systémů je v moderních automobilech nepřeberné množství. Mají však za úkol pouze řidiči pomoci v krizových nebo nepřehledných situacích. Špatný výhled z vozidla může způsobit, že řidič přehlédne například chodce nebo jiné vozidlo a způsobí dopravní nehodu. Výhled z vozidla by tedy měl být ničím nerušený. Tuto skutečnost také ukládá zákon, který stanovuje, že řidič nesmí řídit vozidlo, na němž jsou nečistoty, námraza nebo sníh zabraňující výhledu z místa řidiče vpřed, vzad nebo do stran. [19][1][20]

### 4.2.2 Osvětlení vozidel

Odborné studie poukazují na to, že pokud je v noci nedostatečná kvalita osvětlení klesá vizuální vnímavost až na pouhých 4 %, řidič však při řízení vozidla přijímá až 90 % potřebných informací právě zrakem. Z tohoto důvodu je význam osvětlení vozidla bezesporu značný. Vždyť ve vozidlech se rozeznává až osm druhů osvětlení, které řidičům pomáhají zvyšovat bezpečnost na pozemních komunikacích. Patří sem mimo jiné obrysová světla, jejich účelem je, aby bylo vozidlo vidět i za snížené viditelnosti pro ostatní účastníky silničního provozu. Na vozidle se také nachází potkávací a dálkové světlomety, které umožňují řidiči vidět prakticky za jakékoliv denní doby. Dále se na vozidlech nachází světla směrová, brzdová apod. jejichž význam je pro bezpečnost provozu také nesporný. [1] [21]

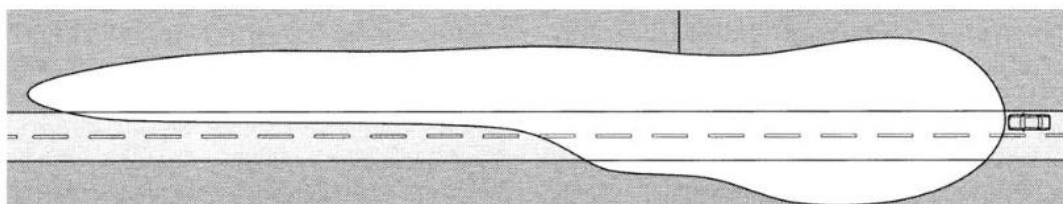


### 4.2.2.1 Světlomety

Světlomety mají význam pro bezpečnou jízdu především v noci nebo za snížené viditelnosti. Německé statistiky udávají, že ačkoliv je hustota provozu v noci až o 80 % nižší než během dne, dosahuje podíl nehod se smrtelnými následky v noci více než 40 % celkového počtu. Odborníci odhadují, že až polovina z těchto nehod vznikne z důvodu špatné viditelnosti. Aby k těmto tragickým událostem docházelo co nejméně, procházejí světlomety automobilů neustálým vývojem. [21]

#### *Historie*

Na počátku automobilismu byla vozidla vybavena pouze lampami převzatými z kočárů. V těchto lampách se jako zdroje světla objevovali nejčastěji svíčky. Světlomety tedy plnily spíše funkci dnešních obrysových světel. Teprve v roce 1913 uvedl Robert Bosch první světlomet s vláknovou žárovkou. Dalším podstatným milníkem ve vývoji světlometů a zlepšení viditelnosti bylo zavedení asymetrického rozdělení světla v úrovni vozovky, k vidění na obrázku 3. Toto opatření zavedené již v roce 1957 umožňuje zvýšení dosahu tlumeného světla na straně řidiče, aniž by oslňovalo protijedoucí vozidla. Dalšího zlepšení se výrobci snaží dosáhnou úpravou odrazné plochy světlometů. U současných vozidel se nejčastěji využívají světlomety parabolické, elipsoidní nebo světlomety s volnou plochou, popřípadě jejich kombinace. [21][22]

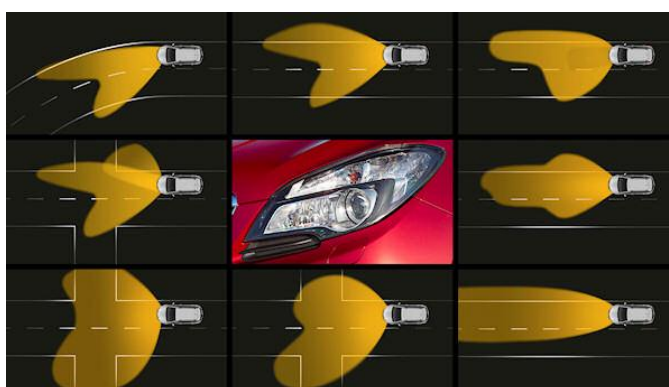


Obrázek 3: Asymetrické rozložení světla [21]

#### *Adaptivní světlomety*

Způsobů, jak vylepšit světlomety je nespočet, ovšem s příchodem adaptivních světlometů se kvalita osvětlení dopravních cest značně zvýšila. První adaptivní světlomety se objevily již v 60. letech, jako první jimi byl vybaven Citroen DS, který využíval mechanických lanovodů k natáčení světlometů v závislosti na natočení volantu. Uvedení adaptivních světlometů do sériové výroby však umožnila až změna předpisu ECE R48, která vstoupila v platnost

31. ledna 2003. Adaptivní světlomety jsou inteligentní světlomety, které jsou schopné se natáčet vzhledem k natočení volantu, rychlosti vozidla a natočení vozu kolem svislé osy. Tím dynamicky osvětlují prostor před a kolem vozidla i zatáčku, kterou právě vozidlo projíždí. Využití adaptivních světlometů zlepšuje osvětlení zatáček a křižovatek až o 90 % v porovnání s běžnými světlomety. Princip je patrný z obrázku 4. Zlepšením osvětlení periferních oblastí se zlepši vidění řidiče, který je schopný daleko lépe reagovat na překážky v provozu. Statistiky udávají, že pokud by každé auto na evropských silnicích mělo adaptivní světlomety, dokázalo by se až 15 % řidičů vyhnout střetu s překážkou v zatáčce. [21][23][24]



Obrázek 4: Adaptivní světlomety [25]

#### 4.2.2.2 Zdroje světla

Vylepšení se výrobci také snaží dosáhnou v oblasti zdrojů světla. Od svíček se zdroje světla výrazně posunuli kupředu. Klasické zdroje světla jako halogenové žárovky se dnes u nových vozidel prosazují stále obtížněji, jelikož se objevují stále nové zdroje světla. [21]

#### ***Halogenové žárovky***

Halogenové žárovky se používají stále velmi často. Udává se, že až 80 procent aktivně používaných vozidel je stále vybaveno touto technologií. Halogenová žárovka se skládá z wolframového vlákna, které je hermeticky uzavřeno v baňce z křemičitého skla. Tato baňka je naplněna vzácnými plyny. Díky tomu je v porovnání s klasickou žárovkou dosahováno vyšší teploty vlákna a tím i vyšší světelné účinnosti a bělejšího světla. [26][27]

## ***Xenonové výbojky***

Na evropských silnicích se již od 90. let začaly objevovat vozidla s xenonovými výbojkami. Tyto výbojky vytváří v porovnání s klasickou halogenovou žárovkou až 2,5 krát více světla. Teplota barvy 4300 Kelvinů, které vyzařují je mnohem blíže teplotě přirozeného světla než halogenové žárovky s 3200 Kelviny. Princip činnosti spočívá v uzavření elektrického oblouku mezi dvěma elektrodami. Ten vzniká v tzv. výbojové komoře, která obsahuje xenonový plyn a různé soli kovů. Po zapálení vytvoří kapalnou konzistenci a začnou se odpařovat, přičemž vytvářejí jasné linie spektra různých barev, která v konečném důsledku vytváří pro xenonové výbojky charakteristické bílé světlo. [28][21]

## ***LED***

Nástupcem technologie xenonových výbojek se staly světlomety s LED technologií. První, komu se podařilo tuto technologii uvést do sériového modelu byl Lexus, který v roce 2007 představil nový model LS 600h. Tento model byl ale vybaven pouze potkávacími LED světlomety. LED technologie je polovodičová technologie, která pracuje na základě zářivé rekombinace elektronů a děr v oblasti přechodu PN při průchodu elektrického proudu diodou. Hlavními výhodami v porovnání s halogenovými a xenonovými světlomety je dlouhá životnost a také vyšší účinnost přeměny energie. Také se v porovnání vláknovými technologiemi vyznačuje vyšší odolností proti mechanickým otřesům při provozu vozidla. [29][22]

## ***Laserové***

Zatím posledním milníkem v této oblasti by se měl stát světlomet, jehož zdrojem světla bude laser. Tento zdroj světla je stále ve vývoji. Mezi hlavní přednosti této technologie patří možnost přesného směrování světla, ale také vyšší výkon při nižší spotřebě energie a také rozměry světlometu, které mohou být menší, než jsou u doposud známých technologií. [22][30][31]

### 4.2.2.3 Návěstní a signalizační osvětlení vozidel

#### ***Směrová světla***

Signalizační neboli směrová světla slouží především ke komunikaci mezi řidiči. Jejich použití je důležité především při odbočování, změně jízdního pruhu, objíždění překážky a dalších situacích. Pro směrová světla je určena oranžová barva a jsou umístěny v přední i zadní části vozidla a také na boku vozidla. [32]

#### ***Obrysová světla***

Obrysová světla slouží k lepší viditelnosti vozidel v silničním provozu, jsou umístěna v zadní části vozidla, kde mají červenou barvu a přední části vozidla, kde mají barvu bílou. Důležitou funkcí je, že určují obrys automobilu, především u nákladních vozidel a autobusů, které musí mít obrysová světla umístěná nejen ve spodní části, ale i v horní části karoserie vozidla, jak je patrné z obrázku 5. Obrysová světla nacházejí uplatnění nejen v noci, nebo za snížené viditelnosti kdy umožňují vidět včas vozidlo pro řidiče přibližujícího se zezadu. Uplatnění nacházejí také za slunečného počasí, kdy náhlý přechod mezi světlem a tmou může dočasně zhoršit vidění řidiče, ten pak může přehlédnout neosvětlené pomaleji jedoucí vozidlo. [33]



*Obrázek 5: Obrysová světla nákladních vozidel [34]*

#### ***Brzdová světla***

Brzdová světla se nacházejí v zadní části automobilu. Pracují nezávisle na ostatních osvětleních a uvádí se v činnost pouze po sešlápnutí pedálu brzdy. Brzdová světla, podobně jako světla do mlhy svítí jasněji než například světla obrysová. Důvod užívání brzdových světel je vcelku prostý a důležitý. Brzdová světla slouží jako informace pro řidiče jedoucí za vozidlem, že vozidlo zpomaluje. To dává možnost řidičům včas upravit rychlost vozidla či jinak reagovat na vzniklou situaci. [35]

## *Světla do mlhy*

Světla do mlhy se používají pouze za mlhy, hustého deště nebo sněžení. Jejich účelem je zlepšit viditelnost vozidla během těchto povětrnostních podmínek. Mlhová světla svítí jasněji, jejich jas lze přirovnat k dálkovému světlometu. Umístění mlhových světel je v zadní části vozidla, kde jsou povinná. Zadní světla do mlhy mají červenou barvu. Přední světla do mlhy nepatří mezi povinnou výbavu vozidla. Pokud je jimi vozidlo vybaveno, provádí se umístění ve spodní části předního nárazníku vozidla. Přední mlhová světla mají bílou barvu. [36]

### 4.2.3 Noční vidění

Systémy nočního vidění jsou v automobilech zatím nepříliš běžnou součástí výbavy. První se objevily na začátku druhého tisíciletí ve vozech Cadillac. Tyto systémy mají i navzdory stále se zlepšujícím světlometům ve vozech předpoklad pro zvýšení bezpečnosti a snížení nehodovosti na silnicích, a to zejména v nočních hodinách. Používají se k rozpoznání zvířete, chodců či cyklistů pohybujících se po silnicích nebo v jejich blízkém okolí. Systémy jsou schopny rozpoznat například chodce pohybujícího se v tmavém oblečení i pokud je mimo dosah světlometů vozidla a upozorní na něj řidiče. Příklad nočního vidění z pohledu řidiče je na obrázku 6. [37] [38]



*Obrázek 6: Noční vidění [39]*

V současnosti se používají dva druhy nočního vidění ve vozidlech, takzvané aktivní a pasivní systémy. Rozdíl mezi nimi je takový, že aktivní systémy využívají pro svoji činnost speciální světlomety vyzařující do svého okolí neviditelné infračervené paprsky. Odražené paprsky snímají kamery citlivé na toto frekvenční spektrum. Přenášený obraz touto technologií má větší rozlišení než v případě pasivního nočního vidění. Řidiči někdy může připadat, že sleduje černobílý obraz cesty před sebou. Naproti tomu pasivní noční vidění nevysílá žádné paprsky. Obraz, který vytváří je na základě snímání tepelného záření okolních objektů. Má však v porovnání s aktivním systémem výhodu v podobě většího dosahu, který činí až 300 metrů. [37][38]

Z pohledu řidiče systém pracuje tak, že nejprve řidiče upozorní na zvěř či chodce pouze na displeji. Upozornění probíhá v několika stupních. Pokud kamera detekuje v okolí vozidla nějakou zvěř či chodce, na displeji se tento objekt zobrazí ve žlutém rámečku. Pokud řidič nereaguje a stále se přibližuje zobrazí se objekt na displeji v červeném rámečku. Následně systém vydá zvukové znamení o blížícím se nebezpečí srážky, až nakonec, pokud hrozí riziko srážky jsou některé moderní systémy schopny zastavit vozidlo. [37][38][40]

## 4.3 Reflexní prvky

Automobilová doprava zažívá v posledních desetiletích obrovský skok kupředu. Staví se nové silnice, narůstá dopravní výkon, vozidla jsou stále výkonnější, rychlejší a bezpečnější. Zvyšování intenzity s sebou přináší větší riziko vzniku nehod, či jiných potenciálně nebezpečných situací. Z tohoto důvodu je důležité šířit povědomí o bezpečnosti na pozemních komunikacích nejen mezi řidiči ale také mezi širší veřejnost. Jedno z nejdůležitějších pravidel je „vidět a být viděn“. K naplnění tohoto pravidla se využívá nejen osvětlení vozidel, ale také reflexní a fluorescenční materiály. Fluorescenční materiály se využívají pro zvýšení viditelnosti převážně ve dne nebo za soumraku. Zatímco reflexní prvky nacházejí využití především za snížené viditelnosti, a to především proto, že odráží dopadající světlo, které se vrací zpět ke zdroji. Použitím reflexních materiálů lze zvýšit viditelnost objektu až na 200 m. [2][41]

### 4.3.1 Reflexní prvky na pozemních komunikacích

Na pozemních komunikacích se nejčastěji používají reflexní prvky na vodorovném i svislém dopravním značení. Používají se zejména ke zvýšení viditelnosti dopravního značení a vyznačení okrajů silnic pro lepší orientaci řidičů především za snížené viditelnosti. [2]

#### ***Reflexní prvky na vozovce***

Vodorovné dopravní značení se pro zajištění noční viditelnosti provádí v retroreflexní úpravě. Tato úprava je zajištěna použitím takzvané balotiny. Balotina se přidává do barvy při nanášení vodorovného dopravního značení. Jedná se o velmi drobné skleněné kuličky ve velikostech od 1 mikrometru do 1,25 milimetru. Tyto drobné kuličky zajišťují reflexivitu vodorovného značení. V této úpravě se vodorovné značení používá na většině pozemních komunikacích. Výjimku tvoří pouze vyznačení způsobu stání vozidel na parkovištích a odpočívkách, dále zákaz stání na komunikacích II. a III. třídy a na komunikacích IV. třídy a účelových komunikacích se nemusí provádět reflexní vodorovné dopravní značení. [42][43][44]

## ***Směrové sloupky***

Směrové sloupky se používají zejména k vyznačení okrajů vozovky. Pro lepší orientaci za snížené viditelnosti se na směrových sloupcích používají reflexní materiály. Na silnicích jsou nejčastěji k vidění směrové sloupky bílé barvy, které využívají dva druhy odrazných prvků, jak je patrné z obrázku 7. Odrazné prvky oranžové barvy se používají na okraji vozovky ve směru jízdy řidiče, zatímco bílé odrazné prvky se používají na okraji vozovky proti směru jízdy řidiče. [44]



*Obrázek 7: Bílé směrové sloupky [45]*

Bílé směrové sloupky jsou na silnicích nejčastější, mimo to se používají i směrové sloupky modré či červené barvy, na obrázcích 8 a 9. Směrové sloupky červené barvy se používají k označení připojení účelové komunikace. Modré mají opodstatnění především v zimním období, kdy označují místa, na kterých je vyšší riziko vzniku námrazy na vozovce. [44][46]



*Obrázek 8: Modrý směrový sloupek [47]*





*Obrázek 9: Červený směrový sloupek [Autor]*

Na vozovce se stále častěji objevují takzvané dopravní knoflíky. Dopravní knoflíky jsou vyrobeny z tvrzeného plastu nebo kovu. Nejčastěji se vyrábí v bílé nebo žluté barvě a jsou opatřeny reflexním materiálem, případně mohou mít zabudované led diody pro větší viditelnost. Používají se zejména pro zvýraznění vodorovného dopravního značení. Tato jejich funkce je patrná z obrázku 10. [48][44][46]

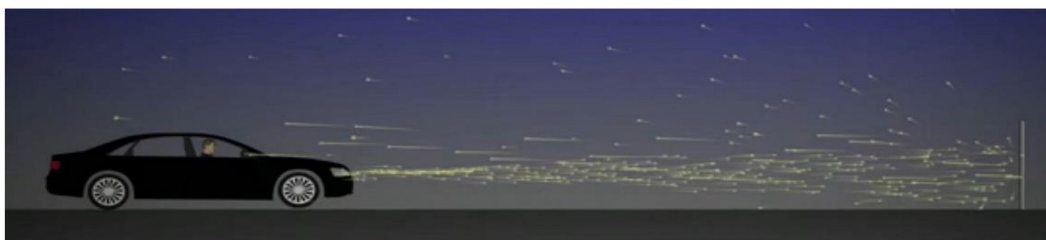


*Obrázek 10: Dopravní knoflíky [49]*

### ***Svislé dopravní značení***

Svislé dopravní značení je umístěné nad úrovní pozemní komunikace. Nejčastěji se zobrazuje na tabulích nebo panelech. Svislé dopravní značení prošlo v posledních několika letech značnou úpravou. V současnosti se na pozemních komunikacích objevuje stále více svislé dopravní značení s reflexním povrchem. Tento reflexní povrch zajišťuje lepší viditelnost dopravního značení tím, že odráží dopadající světlo zpět k řidiči. Používané reflexní materiály se dělí do několika kategorií podle toho, jak velký mají použité materiály rozptyl. Ten má vliv na to kolik světla dopadajícího na dopravní značku se odrazí směrem

k řidiči. Toto je patrné z obrázků 11 a 12, na kterých je zobrazen rozdíl mezi značkou nevybavenou reflexními prvky a značkou těmito prvky vybavenou. [44][50]



*Obrázek 11: Odraz světla bez reflexních prvků [50]*



*Obrázek 12: Odraz světla s reflexními prvky [50]*

Zvýraznění svislého dopravního značení se dále provádí dvěma způsoby. Zdůraznění významu se provádí žlutým přerušovaným světlem umístěným nad dopravní značkou, na obrázku 13. Další možností, jak zdůraznit význam dopravní značky je její umístění na reflexní žlutozelený fluorescenční podklad, patrné z obrázku 14. Toto řešení se používá také z důvodu lepší viditelnosti dopravního značení na rizikových místech. [40][44]



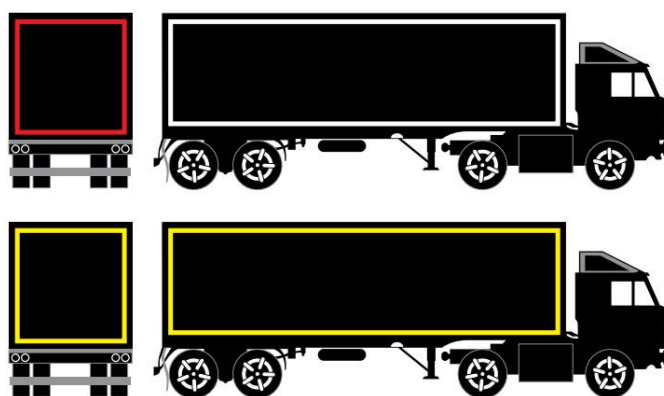
*Obrázek 13: Dopravní značka se žlutým světlem [Autor]*



Obrázek 14: Dopravní značka s fluorescenčním podkladem [Autor]

#### 4.3.2 Reflexní prvky na vozidlech

V České republice platí povinnost nápadného obrysového značení pro vozidla registrovaná od října 2011. Toto nařízení platí pro nákladní a přípojná vozidla. Na vozidla registrovaná před tímto datem, osobní vozidla a přípojná vozidla do 750 kg se toto nařízení nevztahuje. Způsob označování vozidel stanovuje předpis EHK č. 48, který stanovuje umístění a barvu reflexního materiálu, příklad je uvedený na obrázku 15. Na zadní straně se používají barvy červená a žlutá, na bocích vozidla se používají barvy bílá a žlutá. Reflexní páska výrazně zvyšuje viditelnost vozidel a vede ke zvýšení bezpečnosti všech účastníků silničního provozu. [51][52]

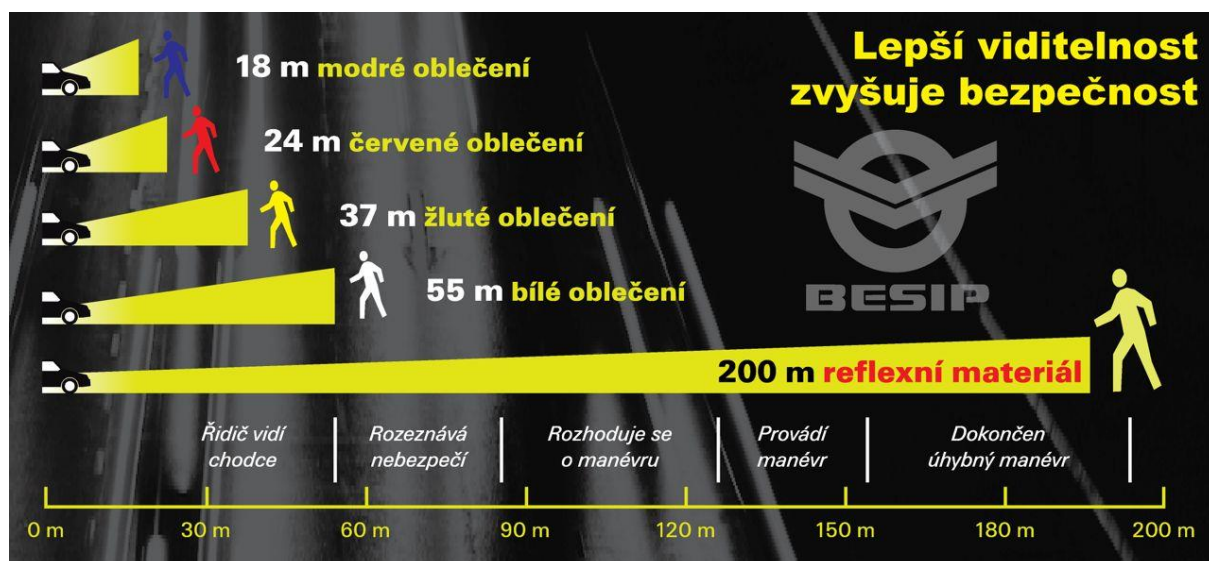


Obrázek 15: Reflexní prvky na vozidlech [52]

### 4.3.3 Reflexní prvky pro chodce

Chodci na pozemních komunikacích patří mezi nejzranitelnější skupiny účastníků silničního provozu. Z tohoto důvodu je pro chodce důležité, aby se chránili používáním vhodného oblečení a ochranných prvků. Prvky, které chodci při pohybu po pozemních komunikacích používají, mají vliv na jejich viditelnost pro ostatní účastníky silničního provozu. Povinnost nosit reflexní prvky mají chodci od února 2016 pouze na pozemních komunikacích mimo obec za snížené viditelnosti. Důvodem zavedení je především prevence vzniku vážných a smrtelných nehod vozidel s chodci. Jednou z hlavních příčin vzniku těchto dopravních nehod byla nedostatečná viditelnost chodce pohybujícího se po pozemní komunikaci. [53][2]

Barva oblečení chodce má na jeho viditelnost pro řidiče také vliv, jak je patrné z obrázku 16. Obecně se považuje světlé oblečení za lépe viditelné, ovšem záleží také na kontrastu s okolím. Bílé oblečení na pozadí zasněžené krajiny rozhodně nepovede k lepší viditelnosti, proto je při volbě oblečení nutné brát ohled i na tuto skutečnost. Různé barvy mají různou pohltivost a odrazivost dopadajícího světla. To je potřeba brát v úvahu zejména při pohybu na neosvětlených místech v nočních hodinách. Viditelnost objektu je vlastně vzdálenost, na kterou má řidič možnost na překážku zareagovat. Čím delší vzdálenost, tím více času má řidič na situaci správně reagovat. Z toho důvodu je pro pohyb v nočních hodinách volit světlé barvy, které jsou vidět až na dvakrát větší vzdálenost než barvy tmavé. [2]



Obrázek 16: Viditelnost oblečení [54]

Pokud se vezme v potaz brzdná dráha vozidla, která při povolené rychlosti 90 km/h činí přibližně 40 metrů a reakční doba řidiče za kterou vozidlo ujede dalších 30 až 40 metrů, získá se vzdálenost, na kterou je řidič schopen zastavit při spatření překážky v provozu přibližně 80 metrů. Bílé oblečení, které je považováno za nejlépe viditelné je přitom vidět pouze na přibližně 55 metrů. Z toho vyplývá, že pouze světlé oblečení není dostatečnou ochranou pro chodce za snížené viditelnosti. Reflexní a fluorescenční oblečení je oproti bílému oblečení viditelné až na třikrát větší vzdálenost. [2]

### ***Fluorescenční materiály***

Fluorescenční materiály pracují na principu vyzařování světla vyvolanou dopadem elektromagnetického záření. Fluorescenční barvy absorbují ultrafialové spektrum slunečního záření a následně emitují světlo ve viditelném spektru. To je důvod, proč zajišťují dobrou viditelnost pouze během dne nebo za soumraku, kdy je dostatek ultrafialového záření. Fluorescenčními prvky se vybavují dopravní značky, nebo třeba oblečení pro chodce na obrázku 17, které zajišťuje lepší viditelnost než standartní oblečení. Nejčastěji se objevují v oranžové, zelené nebo žluté barvě. Takové oblečení zajišťuje lepší viditelnost během dne, pro lepší viditelnost v noci se vybavují reflexními prvky. Tyto prvky sice nemají v porovnání s fluorescenčními prvky tak výraznou barvu, ale odráží dopadající světlo zpět ke zdroji. [2]



*Obrázek 17: Fluorescenční oblečení [55]*

## ***Reflexní oblečení***

Reflexní materiály pracují na principu zpětného odrazu dopadajícího světla. Světlo dopadající na reflexní materiál se odráží zpět ke zdroji světla a řidič tyto paprsky zaznamenává v kontrastu s tmavým okolím. Množství odraženého světla závisí na kvalitě a způsobu výroby reflexních prvků, to má vliv i na jejich viditelnost, která se pohybuje okolo 200 metrů. [2]

Reflexní prvky se dnes stále častěji objevují i na běžném oblečení a doplňcích pro každodenní používání, což svědčí o jejich důležitosti. Samozřejmostí je dnes pro všechna vozidla reflexní vesta, na obrázku 18, která je součástí povinné výbavy vozidel a chrání tak řidiče při pohybu kolem vozidla. Reflexní prvky se objevují i na jiných částech oblečení, dnes se používají už i například čepice, kalhoty, batohy a samozřejmě bundy, které jsou těmito prvky vybaveny. Oblečení s reflexními prvky se používá nejen pro volnočasové aktivity, ale ve velké míře se používá v zaměstnáních, příklad takového oblečení je na obrázku 19. Jako příklad oblastí, kde se často vyskytuje oblečení s reflexními prvky lze uvést stavebnictví, nebo pracovníky ve skladových prostorách, kde se pohybují stroje, z kterých má obsluha mnohdy omezený výhled, je tedy potřeba zajistit lepší viditelnost pracovníků. [2][41]



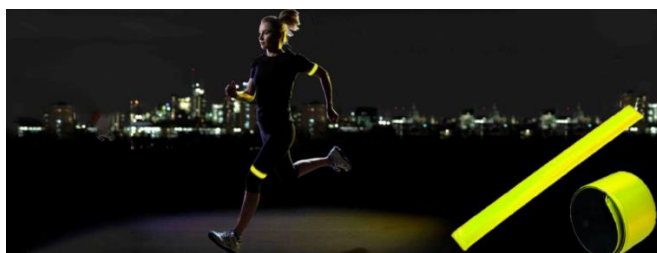
*Obrázek 18: Reflexní vesta [56]*





*Obrázek 19: Pracovní oděv s reflexními prvky [57]*

Možností, jak se chránit za snížené viditelnosti je samozřejmě více. Mimo reflexního oblečení se na trhu objevuje i nepřeberné množství reflexních doplňků. Tyto doplňky se mohou připínat nebo zavěšovat na různé části oděvu či těla nositele. Umístění má samozřejmě vliv na účinnost a viditelnost pro ostatní účastníky silničního provozu. Běžnými doplňky využívající reflexní materiály jsou přívěšky sloužící k zavěšení na batoh, nebo na oblečení a také rychloupínací reflexní pásy, které mohou pro lepší viditelnost být vybaveny led diodami. Příklad reflexních pásek je na obrázku 20 a přívěšků je na obrázku 21. [2][41]



*Obrázek 20: Reflexní páska [58]*



*Obrázek 21: Reflexní přívěsek [59]*

## 4.4 Legislativa

Provoz na pozemních komunikacích se řídí několika zákony a vyhláškami. Jedná se o zákony č. 111/1994 Sb., v platném znění, o silniční dopravě, který vymezuje především podmínky pro provozování silniční dopravy a stanovuje povinnosti podnikatele v silniční dopravě. Zákon č. 56/2001 Sb., v platném znění, o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, stanovující druhy vozidel, registr těchto vozidel a pravidla pro provozování vozidel. Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, který popisuje pozemní komunikace, jejich rozdělení či výkon státní správy. Vyhláška č. 294/2015 Sb., v platném znění, kterou se provádějí pravidla na pozemních komunikacích, stanovující umístění a rozdělení dopravních značek, upravuje světelné a akustické signály a řízení provozu na pozemních komunikacích. [60][61][62][63]

Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích se zabývá provozem na pozemních komunikacích, vymezuje základní pojmy nebo stanovuje práva a povinnosti řidiče. V tomto zákoně je rovněž řešena problematika používání jednotlivých druhů osvětlení a reflexních prvků. Z pohledu bezpečnosti na pozemních komunikacích ve vztahu k světelným podmínkám jsou důležité následující paragrafy:

Paragraf 5 v kterém se uvádí povinnost: *„mít na sobě oděvní doplňky s označením z retroreflexního materiálu stanovené prováděcím právním předpisem podle § 56 odst. 8, nachází-li se mimo vozidlo na pozemní komunikaci mimo obec v souvislosti s nouzovým stáním; to neplatí pro řidiče motocyklu, mopedu a nemotorového vozidla.“* [64]

Dále paragraf 53 který se zabývá bezpečností a povinnostmi chodců ve svém devátém odstavci stanovuje chodcům povinnost: *„Pohybuje-li se chodec mimo obec za snížené viditelnosti po krajnici nebo po okraji vozovky v místě, které není osvětleno veřejným osvětlením, je povinen mít na sobě prvky z retroreflexního materiálu umístěné tak, aby byly viditelné pro ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích.“* [64]

Osvětlení vozidel upravují paragrafy 32 a 33 ve kterých se mimo jiné udává povinnost celodenního svícení vozidel, který má význam především ve zlepšení vnímání ostatních vozidel a přesnějšímu odhadu jejich rychlosti a vzdálenosti. Dále stanovují použití obrysových a potkávacích světel a světel dálkových za snížené i nesnížené viditelnost či použití světel do mlhy. [64][65]



## 4.5 Statistika dopravních nehod

Data uváděná níže jsou čerpána ze stránek policie České republiky, která na svých internetových stránkách každoročně zveřejňuje ročenku nehodovosti na pozemních komunikacích. V této ročence jsou uveřejňována data o počtu, příčinách, časovém rozložení nehod a další informace.

Počet dopravních nehod za uplynulých 10 let neustále roste, jak je patrné z tabulky 1 níže. Mezi nejčastější příčiny dopravních nehod patří již dlouhodobě nevěnování se řízení, nepřizpůsobení rychlosti okolnostem nebo povrchu vozovky či přejetí do protisměru. Dalším významným faktorem mající vliv na narůstající nehodovost je neustálý nárůst počtu vozidel na pozemních komunikacích. Tento nárůst je patrný zejména v okolí měst a průmyslových oblastí v období ranních a odpoledních špiček. [3]

Vzhledem k stále se zvyšujícímu počtu nehod lze jako pozitivum zmínit, že počty usmrcených či těžce zraněných na silnicích mají spíše klesající tendenci. V roce 2019 bylo na českých silnicích usmrceno 547 osob a počet těžce zraněných se dostal na své historické minimum 2110 osob. K tomuto poklesu přispívá mimo jiné samotná konstrukce automobilů jejichž bezpečnostní prvky se neustále vyvíjí a zlepšují. Tyto prvky zajišťují ochranu a minimalizují riziko vzniku vážných zranění posádky ale třeba i chodců. [3][66]

Rok	Dopravní nehody celkem	Osob usmrceno	Těžce zraněno	Lehce zraněno
2010	75 522	753	2 823	21 610
2011	75 137	707	3 092	22 519
2012	81 404	681	2 986	22 590
2013	84 398	583	2 782	22 577
2014	85 859	629	2 762	23 655
2015	93 067	660	2 540	24 427
2016	98 864	545	2 580	24 501
2017	103 821	502	2 339	24 740
2018	104 764	565	2 465	25 215
2019	107 572	547	2 110	23 935

Tabulka 1: Přehled počtu nehod a jejich následků [3]

Tabulky 2 a 3 níže uvádí vývoj počtu nehod v různých denních dobách a povětrnostních podmínkách za uplynulých 10 let. Z dat je patrné, že za nesnížené viditelnosti je trend vývoje dopravních nehod shodný s celkovým trendem. Tedy počet dopravních nehod roste, zatímco

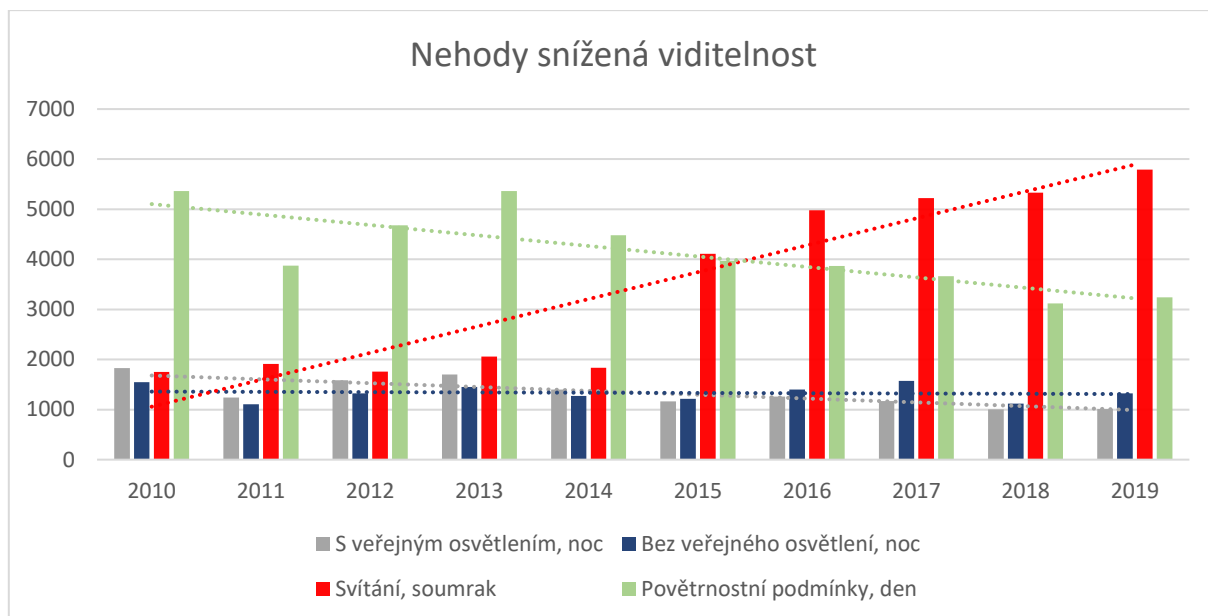
počet usmrcených osob spíše klesá. Za snížené viditelnosti je vývoj příznivější. S výjimkou nehod za soumraku a úsvitu, který za poslední desetiletí vzrostl o více než dvojnásobek, mají nehody za snížené viditelnosti spíše klesající trend. Pro větší přehlednost jsou nehody za snížené viditelnosti uvedeny také na obrázku 22. [3]

Ve dne	Nezhoršená		Zhoršená (svítání, soumrak)		Zhoršená vlivem povětrnostních podmínek (déšť, mlha)	
	Počet nehod	usmrceno	Počet nehod	usmrceno	Počet nehod	usmrceno
2010	49 599	429	1 753	21	5 365	57
2011	50 400	392	1 911	30	3 874	36
2012	54 315	372	1 760	14	4 681	41
2013	55 475	336	2 058	25	5 363	28
2014	57 959	369	1 832	20	4 480	33
2015	62 159	393	4 111	35	3 972	25
2016	65 663	311	4 977	31	3 865	26
2017	68 793	304	5 225	23	3 664	19
2018	70 247	349	5 330	24	3 118	16
2019	70 808	338	5 792	26	3 239	20

Tabulka 2: Nehody ve dne [3]

V noci	S veřejným osvětlením				Bez veřejného osvětlení			
	Nezhoršená		Zhoršená		Nezhoršená		Zhoršená	
	Počet nehod	usmrceno	Počet nehod	usmrceno	Počet nehod	usmrceno	Počet nehod	usmrceno
2010	9 500	63	1 827	12	5 970	144	1 548	27
2011	10 087	70	1 237	18	6 520	128	1 108	33
2012	10 315	63	1 585	13	7 422	151	1 326	27
2013	10 542	50	1 702	12	7 807	115	1 451	17
2014	10 721	45	1 397	6	8 198	133	1 272	23
2015	11 139	31	1 164	13	9 305	145	1 217	18
2016	11 832	49	1 260	9	9 865	101	1 402	18
2017	12 462	43	1 172	5	10 931	97	1 574	11
2018	12 745	51	1 001	7	11 203	108	1 120	10
2019	12 492	40	1 008	3	12 910	106	1 323	14

Tabulka 3: Nehody v noci [3]



Obrázek 22: Graf nehod za snížené viditelnosti [vlastní zpracování dle 65]

Chodci patří k nejzranitelnějším účastníkům silničního provozu. Počet nehod a usmrcených chodců je uveden v tabulce 4. Z dat vyplývá, že počet nehod s chodci za uplynulých deset let se příliš nemění, ale i přes tento fakt klesá počet usmrcených chodců při dopravních nehodách. Za sledované období se jejich počet snížil přibližně o třetinu. [3]

Počet nehod	Usmrceno
3 481	143
3 402	153
3 571	141
3 437	132
3 492	106
3 545	129
3 436	103
3 420	96
3 532	114
3 265	87

Tabulka 4: Nehody s chodci [3]

Na snižování počtu usmrcených chodců má svůj podíl i zavedení povinného nošení reflexních prvků při pohybu chodců za snížené viditelnosti mimo obec. Tato povinnost vychází ze zákona č. 361/2000 Sb. v jeho novele z roku 2016. Z tabulky 5 je patrné, že od zavedení této povinnosti je úmrtnost chodců mimo obec výrazně nižší. [3]

V obci	Mimo obec
90	61
96	60
84	47
82	52
69	43
77	54
77	34
71	30
77	36
58	35

*Tabulka 5: Usmrcení chodci [3]*

Mezi nejčastější příčiny nehod chodců s vozidly patří náhlé vstoupení chodce do vozovky nebo na přechod pro chodce či nedostatečná viditelnost a jiné. Pozitivním faktem je, že nehody chodců s fatálními následky mají spíše klesající tendenci. Svůj podíl na tomto trendu má rada vlády ČR pro bezpečnost silničního provozu neboli BESIP, která ve spolupráci s policií ČR a ministerstvem dopravy, vytváří různé kampaně a dalšími aktivitami se snaží mezi veřejností šířit zásady bezpečného chování na pozemních komunikacích. [3][67]

## 5. Praktická část práce

Praktická část byla zaměřena na bezpečnost chodců v silničním provozu. Pro měření bylo vybráno místo bez rušivých zdrojů světla. Byly testovány čtyři prvky oblečení od tmavého až po reflexní. Měření probíhalo za snížené viditelnosti ve dvou částech.

### 5.1 Popis místa měření

Měření probíhalo na účelové komunikaci vedoucí k rekreačnímu zařízení. Komunikace je neosvětlená a v blízkosti se nenachází žádné jiné umělé zdroje světla. Na komunikaci se nenachází žádné reflexní prvky v podobě svíslého či vodorovného dopravního značení, jak je patrné z obrázku 23.



*Obrázek 23: Účelová komunikace [Autor]*

Povrch účelové komunikace je tvořen jednotnou asfaltovou vrstvou. V okolí komunikace se nachází pastviny a plantáže s jehličnatými stromy.

## 5.2 Podmínky měření

Měření probíhalo za snížené viditelnosti. První část měření probíhala za soumraku, tedy v období při západu slunce. Druhá část měření probíhala za tmy, přibližně jednu hodinu po západu slunce. V obou měřeních se prováděly totožné úkony.

Měření probíhalo v týdnu od 16. do 22. listopadu 2020. Měření prováděné za soumraku probíhalo v časovém rozmezí 16:30 až 17:00. Měření za tmy probíhalo v období po 18:00 hodin. V týdnu, kdy měření probíhalo bylo převážně zataženo.

## 5.3 Použité prvky

Pro měření byly použity různé prvky oblečení a reflexních prvků pro stanovení viditelnosti chodce. Figurant postupně vystřídal tmavé oblečení, oblečení bílé barvy. Dále byly použity reflexní prvky, a to konkrétně reflexní pásy, a nakonec také reflexní vesta, u které se předpokládala nejvyšší účinnost.

## 5.4 Zdroj světla (vozidlo)

Pro celý experiment bylo použito stejné vozidlo. Konkrétně se jednalo o Ford Focus první generace. Vozidlo je vybaveno světlomety využívajícími jako zdroj světla halogenovou žárovku typu H4, na obrázku 24. Při samotném měření bylo ve všech částech využíváno pouze potkávací světlo vozidla.



Obrázek 24: Halogenová žárovka typu H4 [Autor]

## 5.5 Postup měření

Měření se skládalo ze dvou částí a probíhalo za snížené viditelnosti, nejprve za soumraku a následně za tmy. Chodec na sobě vystřídal postupně čtyři druhy oblečení. Jako první bylo testováno tmavé oblečení, následně světlé oblečení, poté reflexní náramky, které měl chodec na tmavém oblečení, a nakonec reflexní vesta. Řidičem byl muž ve věku 25 let s řidičskými zkušenostmi od 18 let aktivní řidič, bez očních vad. Pro měření vzdálenosti bylo využito měřicí pásmo. V obou částech měření bylo využito pouze potkávacích světel vozidla.

V první části bylo úkolem stanovit vzdálenost na jakou je řidič schopen zpozorovat chodce. Vozidlo bylo v pohybu a chodec se postavil na řidiči předem neznámé místo. V momentě, kdy řidič uviděl chodce, neprodleně zastavil vozidlo a změřila se vzdálenost mezi přední částí vozidla a chodcem. V této části měření bylo pro každý druh oblečení a každé světelné podmínky prováděno pět opakování.

V druhé části vozidlo stálo na místě a chodec se postavil do předem určených vzdáleností od vozidla. Úkolem řidiče bylo subjektivně posoudit viditelnost chodce v jednotlivých zkoumaných prvcích oblečení a stanovených vzdálenostech. Vzdálenosti byli odstupňovány následovně 30, 50 a 100 metrů od přední části vozidla.

## 6. Zhodnocení výsledků

V první části měření byla testována viditelnost chodce na pozemní komunikaci v tmavém a světlém oblečení a s reflexními prvky s pohybujícím se vozidlem.

Vozidlo se pohybovalo po pozemní komunikaci rychlostí 40 km/h. Řidič vozidla byla osoba bez jakýchkoliv očních vad. Chodcem na pozemní komunikaci byla dospělá osoba.

Vozidlo pohybující se po pozemní komunikaci používalo pouze potkávací světlomety, v okamžiku, kdy řidič spatřil chodce, neprodleně zastavil vozidlo. Vzdálenost mezi chodcem a vozidlem byla měřena od přední části vozidla. V jistých úsecích bylo měření mírně ovlivněno charakterem pozemní komunikace, jelikož se na pozemní komunikaci nachází mírné zatáčky a horizonty. Na konečné posouzení účinnosti jednotlivých prvků však tyto nerovnosti neměli výrazný vliv.

Měření za soumraku probíhalo, jak již bylo zmíněno výše, v období od 16:30 do 17:00. V každém měřeném prvku oblečení se provádělo pět opakování, přičemž byla stanovená průměrná hodnota vzdálenosti. Přehled jednotlivých pokusů je uveden v tabulce 6.

Soumrak				
	Tmavé oblečení	Světlé oblečení	Reflexní prvky	Reflexní vesta
Pokus č.	Vzdálenost (m)			
1	17,5	55	65	91
2	26	41	92	87
3	44	123	44	70
4	35	51	133	127
5	23,5	29	57	228
Celkem	146	299	391	603
Průměr	29,2	59,8	78,2	120,6

*Tabulka 6: Měření za soumraku [Autor]*

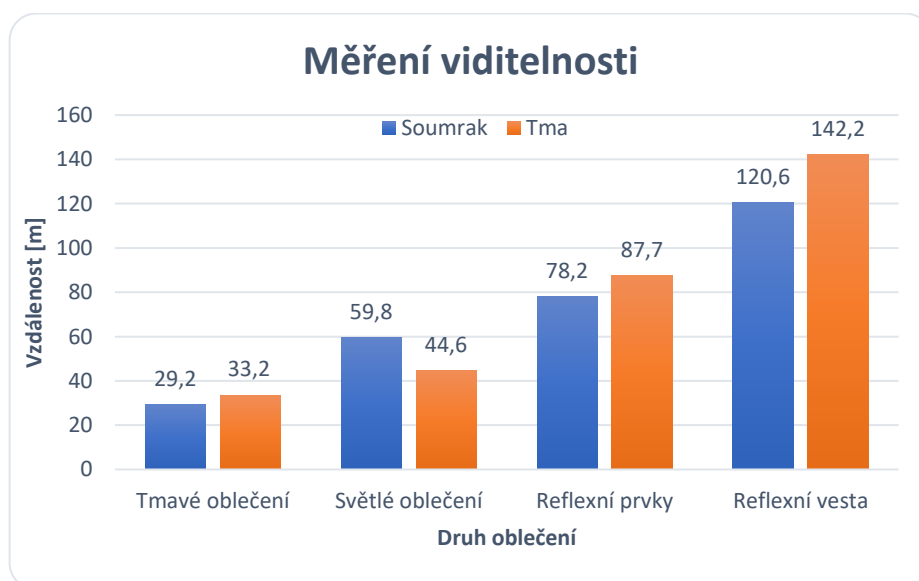
Měření za tmy probíhalo vždy po 18:00 hodině. Průběh měření byl totožný s měřením za soumraku. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 7.



Tma				
	Tmavé oblečení	Světlé oblečení	Reflexní prvky	Reflexní vesta
Pokus č.	Vzdálenost (m)			
1	33	36	97	178
2	42	46,5	53,5	142
3	26,5	38	66	196
4	36,5	73	128	69
5	28	29,5	94	126
Celkem	166	223	438,5	711
Průměr	33,2	44,6	87,7	142,2

Tabulka 7: Měření za tmy [Autor]

Z hodnot uvedených v tabulkách je patrné, že reflexní prvky jsou výrazně lépe patrné ve tmě, což je dáno větším kontrastem mezi reflexním prvkem a okolím. V případě světlého oblečení je patrné, že za soumraku má jeho užití větší význam než za tmy. Tmavé oblečení však nevykazuje výrazné rozdíly za snížené viditelnosti. Pro větší přehlednost uvádím průměrné hodnoty na obrázku 25 níže, v kterém je patrný výrazný růst hodnot pro reflexní prvky.



Obrázek 25: Graf průměrné vzdálenosti [Autor]

Druhá část měření probíhala shodně jako první za soumraku a za tmy za použití již výše zmíněných prvků oblečení. Rozdíl spočíval v tom, že chodec se postavil do předem určených vzdáleností od vozidla a řidič subjektivně posuzoval viditelnost jednotlivých prvků.

Hodnocení provádí řidič ve vozidle v poloze nastavené jako při běžné jízdě. Stupně viditelnosti jsou rozděleny do čtyř kategorií jejichž definice je uvedena níže.

**Výborná viditelnost** v tomto případě je řidič schopen chodce rozpoznat vidí tvar i barvu oblečení, v případě reflexních prvků je patrné jejich přesné umístění na chodci.

**Dobrá viditelnost** řidič vidí chodce, není již však schopen rozeznat tvar, v případě reflexních prvků není zřejmé jejich přesné umístění.

**Špatná viditelnost** řidič vidí nepatrnou siluetu chodce, není však schopný přesně určit, zda se skutečně jedná o chodce. V případě reflexních prvků je řidič schopný určit pouze odraz, nikoliv však umístění, nebo typ reflexního prvku.

**Nulová viditelnost** řidič chodce nevidí vůbec.

Pro větší přehlednost jsou pro jednotlivé stupně viditelnosti určeny různé barvy, rozdělení je uvedeno v tabulce 8.

Barva	Viditelnost
Zelená	Výborná
Žlutá	Dobrá
Oranžová	Špatná
Červená	Nulová

Tabulka 8: Stupně viditelnosti [Autor]

Nejprve bylo provedeno měření za soumraku, kdy si chodec prostrídá všechny prvky oblečení a postupně se postavil do vzdálenosti 30, 50 a 100 m od vozidla. Řidič provedl hodnocení stupně viditelnosti, výsledky jsou uvedeny v tabulce 9.

Soumrak				
	Tmavé oblečení	Světlé oblečení	Reflexní prvky	Reflexní vesta
Vzdálenost (m)	Viditelnost			
30	Výborná	Výborná	Výborná	Výborná
50	Dobrá	Dobrá	Výborná	Výborná
100	Špatná	Dobrá	Dobrá	Výborná

Tabulka 9: Viditelnost za soumraku [Autor]

Pro měření ve tmě bylo využito stejné stupnice hodnocení, výsledky jsou podle očekávání výrazně horší než v případě měření za soumraku. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 10.

Tma				
	Tmavé oblečení	Světlé oblečení	Reflexní prvky	Reflexní vesta
Vzdálenost (m)	Viditelnost			
30	Špatná	Výborná	Výborná	Výborná
50	Nulová	Dobrá	Výborná	Výborná
100	Nulová	Nulová	Špatná	Dobrá

Tabulka 10: Viditelnost za tmy [Autor]

Porovnáním měření za soumraku a za tmy se získají poměrně jasné výsledky z pohledu účinnosti reflexních prvků s ohledem na bezpečnost v dopravě. Zatím co tmavé oblečení bylo vidět špatně již při poměrně krátké vzdálenosti od vozidla, viz obrázek 26 měření za soumraku ve vzdálenosti 30 m od vozidla.



Obrázek 26: Tmavé oblečení za soumraku 30 m [Autor]

Reflexní vesta byla vidět i na velkou vzdálenost, a to jak za soumraku, tak i za tmy, na obrázku 27 je uveden příklad viditelnosti za tmy na vzdálenost 100 m. Kompletní fotodokumentace tohoto měření je uvedena v příloze I.



*Obrázek 27: Reflexní vesta za tmy 100 m [Autor]*

## 7. Závěr

Tématem závěrečné práce bylo určení vlivu světelných podmínek na bezpečnost v dopravě. V teoretické části byla shrnuta problematika viditelnosti v dopravě obecně, včetně legislativy či vlivu světla a prostředí na člověka. Praktická část se zaměřila na viditelnost chodců, kteří patří mezi nejzranitelnější účastníky silničního provozu.

Chodci musí být obezřetní a musí se chránit hlavně za snížené viditelnosti. Na ochranu chodců v silničním provozu myslí také legislativa, která udává v zákonu 365/2001 Sb. ve svém 53. paragrafu povinnost chodců mít na sobě prvky z reflexních materiálů při pohybu za snížené viditelnosti mimo obec. Tyto reflexní prvky slouží jako pasivní ochrana chodců, jelikož jsou aktivní pouze při externím zdroji světla. Účinnost těchto prvků však také závisí na velikosti a umístění reflexního prvku na chodci. Platí že čím větší reflexní prvek, tím větší vzdálenost pro řidiče na reakci na blížícího se chodce. Umístění má také velký vliv na viditelnost. Reflexní prvky na batozích a kabelkách, což se také může často vidět, nemají žádný vliv na bezpečnost, pokud se chodec pohybuje čelem k projíždějícímu vozidlu.

V praktické části byla testovaná viditelnost chodce v provozu na pozemní komunikaci. V první části se řidič pohyboval ve vozidle a chodec postupně střídal oblečení. Z tohoto měření je jasně patrné, že reflexní prvky mají jednoznačně vliv na bezpečnost v provozu. Porovnáním průměrných hodnot vzdáleností získaných měření za soumraku i za tmy je vidět, že velikost vzdálenosti mezi tmavým oblečením a reflexní vestou se v obou případech pohybuje okolo 100 m.

Druhá část měření se věnovala individuálnímu posouzení viditelnosti chodce z pohledu řidiče. V této části se opět potvrdila účinnost reflexních prvků, kdy byli vidět i na sto metrů, tedy největší testovanou vzdálenost. Naproti tomu tmavé oblečení při měření za tmy nebylo vidět vůbec již na poloviční vzdálenosti.

Shrnutím poznatků z teoretické i praktické části, lze jednoznačně říci, že reflexní prvky mají v bezpečnosti na pozemních komunikacích své nezastupitelné místo. Nejen že pomáhají řidičům držet vozidlo na určené cestě v případě vodorovného značení, či umožňují lepší viditelnost svislého dopravního značení apod. Ale hlavně také zvyšují viditelnost nejzranitelnějších skupin účastníků silničního provozu, především chodců, vzhledem ke své několikanásobně vyšší viditelnosti v porovnání s běžným oblečením.

## 8. Seznam použitých zdrojů

### 8.1 Seznam zdrojů

- [1] *BESIP - Aktivní bezpečnost* [online]. [vid. 2020-08-24]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/tematicke-stranky/cestujeme-autem/asistencni-systemy-v-autech/aktivni-bezpecnost>
- [2] *Reflexní a fluorescenční materiály zvyšují bezpečnost na silnicích* [online]. [vid. 2020-09-05]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/dopravni-vychova/dopravni-vychova-ve-skolach/chodec/reflexni-a-fluorescencni-materialy-zvysuji-bezpecnost-na-silnicich>
- [3] *Statistika nehodovosti - Policie České republiky* [online]. [vid. 2020-09-23]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>
- [4] KR TILOVA, A., J. MATOUŠEK a L. MOZNER. *Světlo a osvětování*. Praha: Avicentrum, 1981.
- [5] PŘIBYL, P a M SVÍTEK. *Inteligentní dopravní systémy*. 1. vydání. Praha: BEN - technická literatura, 2001. ISBN 8073000296.
- [6] *Jednoduchá osvětlovací příručka pro obce Doporučení pro šetrné moderní osvětlování Vydalo Ministerstvo životního prostředí a Svaz měst a obcí České republiky* [online]. [vid. 2020-08-23]. Dostupné z: [http://svetelnezecisteneni.cz/data/podklady/Osvetlovaci\\_prirucka\\_pro\\_obce.pdf](http://svetelnezecisteneni.cz/data/podklady/Osvetlovaci_prirucka_pro_obce.pdf)
- [7] *Světelná hygiena - vliv světla na zdraví člověka | Dřevostavby, časopis o bydlení - DřevoStavby* [online]. [vid. 2020-08-23]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/zdrave-bydleni/5518-svetelna-hygiena-vliv-svetla-na-zdravi-cloveka-lenka-maierova-o-svetle-a-tme>
- [8] *Vliv osvětlení na fungování biologických hodin | FREYA LED* [online]. [vid. 2020-08-23]. Dostupné z: <https://freyaled.com/cs/blog/vliv-osvetleni-na-fungovani-biologickych-hodin>
- [9] *Řízení pod vlivem únavy a stresu znamená riziko, že do cíle své cesty ani nedojedete. Jak na útlum reagovat? Máme pro vás pár tipů* [online]. [vid. 2020-08-24]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/nepodcenujte-unavu-a-stres-za-volantem-21002828>
- [10] *Světla pro denní svícení - Policie České republiky* [online]. [vid. 2020-08-24]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/svetla-pro-denni-sviceni.aspx>
- [11] *Klima České republiky | In-počasí* [online]. [vid. 2020-08-24]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/archiv/klima.php>
- [12] *Jaké existují druhy mlh? : Meteopress | Předpověď počasí, aktuální počasí* [online]. [vid. 2020-08-24]. Dostupné z: <https://www.meteopress.cz/vysvetleni/jake-existuji-druhy-mlh/>
- [13] *Bezpečná jízda za mlhy* [online]. [vid. 2020-08-24]. Dostupné

- z: <https://www.platformavize0.cz/cz/temata/dopravni-bezpecnost/22-bezpecna-jizda-za-mlhy>
- [14] *Na mokré vozovce nezvládla řízení - Policie České republiky* [online]. [vid. 2020-08-24]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/or-rakovnik-zpravodajstvi-na-mokre-vozovce-nezvladla-rizeni.aspx>
- [15] *Nepříznivé počasí* [online]. [vid. 2020-08-24]. Dostupné z: <https://www.bezpecnecesty.cz/cz/bezpecna-jizda-v-aute/nepriznive-pocasi>
- [16] *Za neočištěné auto od sněhu a ledu hrozí řidičům pokuta | STA Bruntálsko* [online]. [vid. 2020-10-14]. Dostupné z: <https://stabruntalsko.cz/za-neocistene-auto-od-snehu-a-ledu-hrozi-ridicum-pokuta/>
- [17] *Řidiči, pozor na ostré slunce! - Policie České republiky* [online]. [vid. 2020-10-17]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/ridici-pozor-na-ostre-slunce.aspx>
- [18] *Gymcheb* [online]. [vid. 2020-10-17]. Dostupné z: <http://absolventi.gymcheb.cz/2008/adskali/w/5.html>
- [19] ZDENĚK, Jan, Bronislav ŽDÁNSKÝ a Jiří ČUPERA. *Automobily: Podvozky*. Brno: AVID, 2008. ISBN 8087143035.
- [20] *Výhled z vozidla - Policie České republiky* [online]. [vid. 2020-08-24]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/docDetail.aspx?docid=22337460&doctype=ART&>
- [21] VLK, František. *OSVĚTLENÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL* [online]. [vid. 2020-08-26]. Dostupné z: <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2006-05-292-300.pdf>
- [22] *Historie a budoucnost osvětlení automobilů: Od svíčky k laseru | auto.cz* [online]. [vid. 2020-10-25]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/historie-a-budoucnost-osvetleni-automobilu-od-svicky-k-laseru-79316>
- [23] *BESIP - Adaptivní světlomety* [online]. [vid. 2020-08-26]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Cestujeme-autem/Asistencni-systemy-v-autech/Aktivni-bezpecnost/Adaptivni-svetlomety>
- [24] *Víte kdy a jak používat jednotlivé druhy světel v autě? | PovinnéRučení.biz* [online]. [vid. 2020-08-26]. Dostupné z: <https://www.povinneruceni.biz/clanky/vite-kdy-a-jak-pouzivat-jednotlive-typy-svetel/>
- [25] *Technika: adaptivní světlomety – P CAR s.r.o.* [online]. [vid. 2020-10-13]. Dostupné z: <https://www.pcar.cz/novinky/2012/technika-adaptivni-svetlomety/>
- [26] *Halogenové automobilové žárovky | Philips* [online]. [vid. 2021-01-28]. Dostupné z: <https://www.philips.cz/c-e/au/svetla-do-auta/svetlomety/halogen.html>
- [27] *Světelné zdroje – halogenové žárovky - Časopis Světlo - Odborné časopisy* [online]. [vid. 2021-01-28]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/svetelne-zdroje-halogenove-zarovky--15892>

- [28] *Jak vybírat xenonové výbojky a na co pamatovat při jejich výměně - Autobible.cz* [online]. [vid. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/vybirat-xenonove-vybojky-pamatovat-pri-vymene/>
- [29] *Světelné zdroje na bázi LED pro motorová vozidla - Časopis Elektro - Odborné časopisy* [online]. [vid. 2021-01-30]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/svetelne-zdroje-na-bazi-led-pro-motorova-vozidla--13877>
- [30] *Autožárovky* [online]. [vid. 2021-01-30]. Dostupné z: <https://www.kvelektro.cz/wp-content/uploads/2015/11/autozarovky.pdf>
- [31] *Laserové světlomety – postrach tmy | Technický týdeník* [online]. [vid. 2021-01-30]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/laserove-svetlomety-postrach-tmy\\_32367.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/laserove-svetlomety-postrach-tmy_32367.html)
- [32] *Směrová světla a výstražná znamení – Dopravní akademie* [online]. [vid. 2020-09-28]. Dostupné z: <https://www.dopravniakademie.cz/2016/09/26/smerova-svetla-a-vystrazna-znameni/>
- [33] *Zadní denní svícení bude povinné! Budete si muset nechat namontovat nové svítilny? | auto.cz* [online]. [vid. 2020-09-28]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/zadni-denni-sviceni-bude-povinne-budete-si-muset-nechat-namontovat-nove-svitilny-126169>
- [34] *Osvětlení vozidla: vše o viditelnosti - DAF Trucks CZ* [online]. [vid. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://www.daftrucks.cz/cs-cz/sluzby-daf/sluzby-pro-dilny/dily-a-prislusenstvi/road-news/news-articles/osvetleni-vozidla-vse-o-viditelnosti>
- [35] *Magnety v automobilech 3 – Jak magnety rozsvěcí brzdová světla | Unimagnet - Unimagnet.cz* [online]. [vid. 2020-09-28]. Dostupné z: <https://www.unimagnet.cz/clanek/512/magnety-v-automobilech-3-jak-magnety-rozsveci-brzdova-svetla/>
- [36] *Umíte používat mlhová světla? | AutoŽivě* [online]. [vid. 2020-09-28]. Dostupné z: <https://www.autozive.cz/jak-pouzivat-mlhova-svetla/>
- [37] *Systémy nočního vidění? Zatím exkluzivita – AutoRevue.cz* [online]. [vid. 2020-08-29]. Dostupné z: [https://www.autorevue.cz/systemy-nocniho-videni-zatim-exkluzivita\\_1](https://www.autorevue.cz/systemy-nocniho-videni-zatim-exkluzivita_1)
- [38] *Moderní systémy s nočním viděním pomáhají řidičům předcházet srážce s chodcem nebo zvěří | Zelená vlna* [online]. [vid. 2020-08-29]. Dostupné z: <https://www.zelenavlna.cz/moderni-systemy-s-nocnim-videnim-pomahaji-ridicum-predchazet-srazce-s-chodcem-7916566>
- [39] *Fotogalerie Facelift BMW 7. řady - Atoweb.cz* [online]. [vid. 2020-11-02]. Dostupné z: <https://www.atoweb.cz/fotogalerie-facelift-bmw-7-rady-40542/2/>
- [40] *What is night vision, how does it work, and do I really need it in my next car? - ExtremeTech* [online]. [vid. 2020-08-29]. Dostupné z: <https://www.extremetech.com/extreme/193402-what-is-night-vision-how-does-it-work-and-do-i-really-need-it-in-my-next-car>



- [41] *Jdete ven? Nezapomínejte na reflexní prvky | Magazín AutoTrip.cz* [online]. [vid. 2020-09-05]. Dostupné z: <https://autotrip.cz/reflexni-prvky/>
- [42] *Balotina.sk* [online]. [vid. 2020-09-05]. Dostupné z: <http://www.balotina.sk/index.php?page=reflexna-balotina>
- [43] *Barvy na vodorovné dopravní značení* [online]. [vid. 2020-09-05]. Dostupné z: <https://www.dopravniznaceni.com/barvy-na-vodorovne-dopravni-znaceni>
- [44] *TP 65 ZÁSADY PRO DOPRAVNÍ ZNAČENÍ NA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍCH* [online]. [vid. 2020-09-05]. Dostupné z: [www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_65.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_65.pdf)
- [45] *Opilec nesl po silnici patník, prý aby byl vidět. Bylo však poledne - iDNES.cz* [online]. [vid. 2020-11-14]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/plzen/zpravy/patnik-opilec-silnice-policista.A160517\\_114115\\_plzen-zpravy\\_pp](https://www.idnes.cz/plzen/zpravy/patnik-opilec-silnice-policista.A160517_114115_plzen-zpravy_pp)
- [46] *Podél silnic najdeme i barevné sloupky. Víte, co znamenají? - Garáž.cz* [online]. [vid. 2020-09-05]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/podel-silnic-najdeme-i-barevne-sloupky-vite-co-znamenaji-21000443>
- [47] *Delmont* [online]. [vid. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://www.delmont.cz/vedeli-jste-o-ruznych-typech-smerovych-sloupku-a-jejich-vyznamu/>
- [48] *ROAD STUDS | ROAD SAFETY | ODOSIMANSI* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <http://www.odosimansi.eu/road-safety/road-studs>
- [49] *Dopravní knoflíky - linvia.eu* [online]. [vid. 2020-11-14]. Dostupné z: <http://www.linvia.eu/produkty-a-sluzby/dopravni-knofliky/>
- [50] *What is retroreflectivity & why is it important?* [online]. [vid. 2020-11-14]. Dostupné z: [https://www.3m.com/3M/en\\_US/road-safety-us/resources/road-transportation-safety-center-blog/full-story/~road-signs-retroreflectivity/?storyid=328c8880-941b-4adc-a9f9-46a1cd79e637](https://www.3m.com/3M/en_US/road-safety-us/resources/road-transportation-safety-center-blog/full-story/~road-signs-retroreflectivity/?storyid=328c8880-941b-4adc-a9f9-46a1cd79e637)
- [51] *Reflexní obrysové značení nákladních vozidel | ČESMAD BOHEMIA* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <https://info.odoprave.cz/reflexni-obrysove-znaceni-nakladnich-vozidel>
- [52] *Reflexní páska na značení vozidel | EUROPACK CHRUDIM* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <http://www.europack.cz/katalog/samolepici-pasky/vyznacovaci-pasky/reflexni-pasky/produkt/reflexni-paska-na-znaceni-vozidel>
- [53] *Ministerstvo dopravy ČR - Od 20. února platí pro chodce nová povinnost nosit za snížené viditelnosti reflexní prvky* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <https://www.mdcz.cz/Ministerstvo/Media-a-tiskove-zpravy/Od-20-unora-plati-pro-chodce-nova-povinnost-nosit>
- [54] *BESIP - Materiály pro lepší viditelnost* [online]. [vid. 2020-11-20]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/Tematicke-stranky/Aktivni-pohyb-v-silnicnim-provozu/Budte-videt,-prezijete/Budte-videt>

- [55] *Sportovní tričko - fluorescenční barva žlutá, vel. 6, Záchranný kruh* [online]. [vid. 2020-11-20]. Dostupné z: <https://www.zachranny-kruh.cz/sportovni-tricko-fluorescencni-barva-zluta-vel-6.html>
- [56] *Technicorp | Reflexní vesta LYNX PLUS, různé barvy* [online]. [vid. 2020-11-20]. Dostupné z: <https://www.technicorp.cz/p/1749/reflexni-vesta-lynx-plus-ruzne-barvy>
- [57] *Reflexní oblečení vás může zachránit nejenom na stavbě, ochrání vás i v běžném životě | Český Kutil.cz* [online]. [vid. 2020-11-20]. Dostupné z: <https://ceskykutil.cz/clanek-125824-reflexni-obleceni-vas-muze-zachranit-nejenom-na-stavbe-ochrani-vas-i-v-beznem-zivote>
- [58] *Slevodar.cz:* [online]. [vid. 2020-11-20]. Dostupné z: <https://www.slevodar.cz/sleva/reflexni-paska-na-ruku/>
- [59] *Reflexní přívěšek WOWOW LEG s LED - kupkolo.cz* [online]. [vid. 2020-11-20]. Dostupné z: [https://www.kupkolo.cz/reflexni-privesek-wowow-leg-s-led\\_z91407/](https://www.kupkolo.cz/reflexni-privesek-wowow-leg-s-led_z91407/)
- [60] *294/2015 Sb. Vyhláška, kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-294>
- [61] *111/1994 Sb. Zákon o silniční dopravě* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-111>
- [62] *56/2001 Sb. Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-56>
- [63] *13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-13>
- [64] *361/2000 Sb. Zákon o provozu na pozemních komunikacích* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361#cast1>
- [65] *Vidět a být viděn - osvětlení vozidel* [online]. [vid. 2020-09-06]. Dostupné z: <https://www.cspsd.cz/172-videt-a-byt-viden-osvetleni-vozidel>
- [66] *Při dopravních nehodách v Česku loni zemřelo 547 lidí, méně než v roce 2018 | iROZHLAS - spolehlivé zprávy* [online]. [vid. 2020-09-23]. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/cesko-dopravni-nehody-statistika-2019\\_2001081100\\_miz](https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/cesko-dopravni-nehody-statistika-2019_2001081100_miz)
- [67] *BESIP - Kdo jsme* [online]. [vid. 2020-09-24]. Dostupné z: <https://www.ibesip.cz/O-Besip/BESIP-o-nas>

## 8.2 Seznam obrázků

Obrázek 1: Nevhodně umístěný reflektor .....	5
Obrázek 2: Nevhodně očištěné čelní sklo .....	7
Obrázek 3: Asymetrické rozložení světla.....	9
Obrázek 4: Adaptivní světlomety.....	10
Obrázek 5: Obrysová světla nákladních vozidel .....	12
Obrázek 6: Noční vidění .....	13
Obrázek 7: Bílé směrové sloupky .....	16
Obrázek 8: Modrý směrový sloupek .....	16
Obrázek 9: Červený směrový sloupek .....	17
Obrázek 10: Dopravní knoflíky.....	17
Obrázek 11: Odraz světla bez reflexních prvků .....	18
Obrázek 12: Odraz světla s reflexními prvky.....	18
Obrázek 13: Dopravní značka se žlutým světlem .....	18
Obrázek 14: Dopravní značka s fluorescenčním podkladem .....	19
Obrázek 15: Reflexní prvky na vozidlech.....	19
Obrázek 16: Viditelnost oblečení .....	20
Obrázek 17: Fluorescenční oblečení .....	21
Obrázek 18: Reflexní vesta .....	22
Obrázek 19: Pracovní oděv s reflexními prvky.....	23
Obrázek 20: Reflexní páska .....	23

Obrázek 21: Reflexní přívěsek .....	23
Obrázek 22: Graf nehod za snížené viditelnosti.....	27
Obrázek 23: Účelová komunikace .....	29
Obrázek 24: Halogenová žárovka typu H4 .....	30
Obrázek 25: Graf průměrné vzdálenosti .....	33
Obrázek 26: Tmavé oblečení za soumraku 30 m .....	35
Obrázek 27: Reflexní vesta za tmy 100 m .....	36
Obrázek 28: Tmavé oblečení vzdálenost 30 m soumrak.....	I
Obrázek 29: Tmavé oblečení vzdálenost 50 m soumrak.....	I
Obrázek 30: Tmavé oblečení vzdálenost 100 m soumrak.....	II
Obrázek 31: Světlé oblečení vzdálenost 30 m soumrak.....	II
Obrázek 32: Světlé oblečení vzdálenost 50 m soumrak.....	III
Obrázek 33: Světlé oblečení vzdálenost 100 m soumrak.....	III
Obrázek 34: Reflexní prvky vzdálenost 30 m soumrak .....	IV
Obrázek 35: Reflexní prvky vzdálenost 50 m soumrak .....	IV
Obrázek 36: Reflexní prvky vzdálenost 100 m soumrak .....	V
Obrázek 37: Reflexní vesta vzdálenost 30 m soumrak .....	V
Obrázek 38: Reflexní prvky vzdálenost 50 m soumrak .....	VI
Obrázek 39: Reflexní prvky vzdálenost 100 m soumrak .....	VI
Obrázek 40: Tmavé oblečení vzdálenost 30 m tma .....	VII
Obrázek 41: Tmavé oblečení vzdálenost 50 m tma .....	VII

Obrázek 42: Tmavé oblečení vzdálenost 100 m tma .....	VIII
Obrázek 43: Světlé oblečení vzdálenost 30 m tma .....	VIII
Obrázek 44: Světlé oblečení vzdálenost 50 m tma .....	IX
Obrázek 45: Světlé oblečení vzdálenost 100 m tma .....	IX
Obrázek 46: Reflexní prvky vzdálenost 30 m tma .....	X
Obrázek 47: Reflexní prvky vzdálenost 50 m tma .....	X
Obrázek 48: Reflexní prvky vzdálenost 100 m tma .....	XI
Obrázek 49: Reflexní vesta vzdálenost 30 m tma .....	XI
Obrázek 50: Reflexní vesta vzdálenost 50 m tma .....	XII
Obrázek 51: Reflexní vesta vzdálenost 100 m tma .....	XII

### 8.3 Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled počtu nehod a jejich následků.....	25
Tabulka 2: Nehody ve dne .....	26
Tabulka 3: Nehody v noci .....	26
Tabulka 4: Nehody s chodci.....	27
Tabulka 5: Usmrcení chodci .....	28
Tabulka 6: Měření za soumraku.....	32
Tabulka 7: Měření za tmy .....	33
Tabulka 8: Stupně viditelnosti.....	34
Tabulka 9: Viditelnost za soumraku.....	34
Tabulka 10: Viditelnost za tmy .....	35

## 9. Přílohy

### Příloha I – fotodokumentace statické části měření



*Obrázek 28: Tmavé oblečení vzdálenost 30 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 29: Tmavé oblečení vzdálenost 50 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 30: Tmavé oblečení vzdálenost 100 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 31: Světlé oblečení vzdálenost 30 m soumrak [Autor]*





*Obrázek 32: Světlé oblečení vzdálenost 50 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 33: Světlé oblečení vzdálenost 100 m soumrak [Autor]*



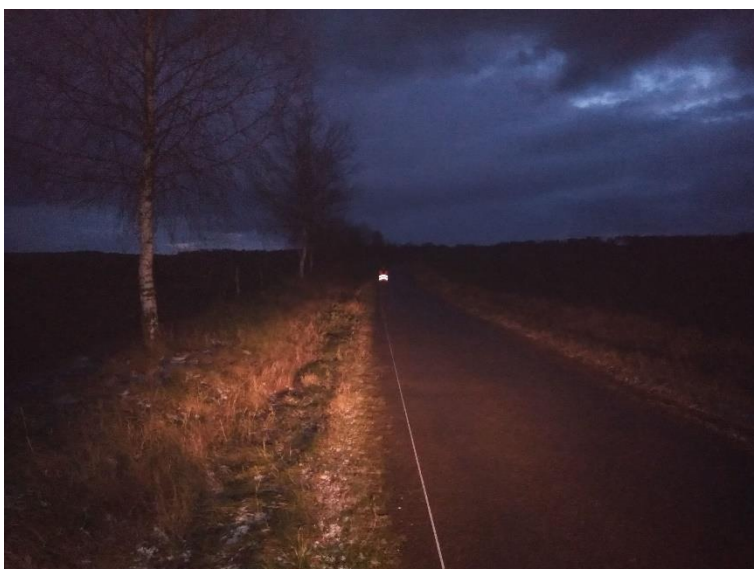
*Obrázek 34: Reflexní prvky vzdálenost 30 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 35: Reflexní prvky vzdálenost 50 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 36: Reflexní prvky vzdálenost 100 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 37: Reflexní vesta vzdálenost 30 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 38: Reflexní prvky vzdálenost 50 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 39: Reflexní prvky vzdálenost 100 m soumrak [Autor]*



*Obrázek 40: Tmavé oblečení vzdálenost 30 m tma [Autor]*



*Obrázek 41: Tmavé oblečení vzdálenost 50 m tma [Autor]*





*Obrázek 42: Tmavé oblečení vzdálenost 100 m tma [Autor]*



*Obrázek 43: Světlé oblečení vzdálenost 30 m tma [Autor]*



*Obrázek 44: Světlé oblečení vzdálenost 50 m tma [Autor]*



*Obrázek 45: Světlé oblečení vzdálenost 100 m tma [Autor]*



*Obrázek 46: Reflexní prvky vzdálenost 30 m tma [Autor]*



*Obrázek 47: Reflexní prvky vzdálenost 50 m tma [Autor]*





*Obrázek 48: Reflexní prvky vzdálenost 100 m tma [Autor]*



*Obrázek 49: Reflexní vesta vzdálenost 30 m tma [Autor]*



*Obrázek 50: Reflexní vesta vzdálenost 50 m tma [Autor]*



*Obrázek 51: Reflexní vesta vzdálenost 100 m tma [Autor]*