



Viditelnost chodců za snížené viditelnosti

Diplomová práce

Studijní program: N3106- Textilní inženýrství

Studijní obor: 3106T017- Oděvní a textilní technologie

Autor práce: **Bc. Mária Kuzmová**

Vedoucí práce: Ing. Katarína Zelová, Ph.D.

Liberec 2018



Visibility of pedestrians at night

Master thesis

Study programme: N3106- Textile Engineering

Study branch: 3106T017- Clothing and Textile Engineering

Autor: **Bc. Mária Kuzmová**

Supervisor: Ing. Katarína Zelová, Ph.D.

Liberec 2018

ZADANIE ORIGINAL + ZIADOST O ODKLAD

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

V prvním řadě bych ráda poděkovala svojí vedoucí práce Ing. Kataríně Zelové, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení mé diplomové práce. Za její skvělý a vstřícný přístup během zpracování práce, inspirativní a přátelské rozhovory a ochotu.

Zároveň děkuji za rady a pomoc při měření pánu doc. Ing. Michalovi Vikovi, PhD. a paní doc. Ing. Martině Vikové, Ph.D. Dále paní Ing. Blaženě Musilové, PhD za cenné rady při konstrukčních částech výrobků.

V neposledním řadě, moc děkuji svým rodičům za neustálou podporu v celé délce studia. V jejich víru ve mě a stálém pobízení v mém životním směru v oboru, který jsem si zvolila. Děkuji svým přátelům a spolužákům za podporu, trpělivost a pomoc při studiu i při tvorbě mé diplomové práce.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá viditelností vybrané skupiny civilistů za snížené viditelnosti. Práce je rozdělená na dvě části, a to na teoretickou a praktickou. V teoretické části je charakterizována viditelnost, analýze dětského oděvu dostupného na trhu a možností měření retroreflexních materiálů v terénu. Praktická část je zaměřená na zhodnocení a porovnávání nejvhodnějšího retroreflexního prvků na dětském oděvu novou inovovanou metodou měření pomocí vyhotovených fotografií a přístroje SpectroScanu, doplněno hodnocením pozorovatelů. Na základě výsledků je doporučeno nejvhodnější použití fluorescenčního a retroreflexního prvků na dětském oděvu, jeho umístění, množství a velikost. Bylo prokázáno, že stanovené metodiky měření umožňují objektivně vyhodnotit, zda je chodec na silnici dostatečně viditelný.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Silniční doprava, bezpečnost, reflexní prvky, metodika testování, dětský oděv

Abstract

The diploma thesis deals with the visibility of a selected group of civilians during reduced visibility. The thesis is divided into two parts, theoretical and practical. In the theoretical part is characterized visibility, the analysis of children's clothing available on the market and the method of measurement and instruments of evaluable retroreflective material in the field. Practical part is focused on evaluation and comparison of the most suitable retroreflective element used in children's clothing with new innovative method of measurement using photographs and SpectroScan, supplemented by observers. Based on the results, is recommended the best use of the fluorescent and retroreflective element for children's clothing, its location, quantity and size. It has been proved that the methodological measurements provided allow objectively to assess, if the pedestrian on the road is sufficiently visible.

THE KEY WORDS:

Road traffic, safety, reflective elements, testing methodology, children's clothing

Obsah

SEZNAM OZNAČENÍ.....	11
ÚVOD	12
1 REŠERŠNÍ ČÁST	13
1.1 VIDITELNOST	13
1.2 DŮLEŽITOST SPRÁVNÉ VIDITELNOSTI NA SILNICI.....	14
1.3 JAK ZVÝŠIT VIDITELNOST NA SILNICI.....	17
1.4 ROZDĚLENÍ REFLEXNÍCH PRVKU	17
1.4.1 <i>Aktivní bezpečnostní prvky</i>	18
1.4.2 <i>Pasivní bezpečnostní prvky</i>	18
1.4.3 <i>Fluorescenční bezpečnostní prvky</i>	18
1.4.4 <i>Retroreflexní bezpečnostní prvky</i>	20
1.4.5 <i>Luminiscenční bezpečnostní prvky</i>	22
1.5 LEGISLATIVA VIDITELNOSTI V SOUČASNOSTI	23
1.6 PRŮZKUM DĚTSKÉHO ODĚVU A REFLEXNÍHO SORTIMENTU NA TRHU.....	25
1.7 ZNÁMÉ METODY TESTOVÁNÍ VIDITELNOSTI	32
1.7.1 <i>Laboratorní metody testování</i>	32
1.7.2 <i>Metody reálného testování - terénní metody</i>	35
1.8 UMÍSTĚNÍ REFLEXNÍHO PRVKU NA ZÁKLADĚ DOPORUČENÍ JIŽ EXISTUJÍCÍCH VÝZKUMECH	37
1.9 SHRNUTÍ POZNATKŮ REŠERŠNÍ ČÁSTI PRÁCE	38
2 PRAKTICKÁ ČÁST.....	40
2.1 NÁVRH DĚTSKÉHO ODĚVU A DOPLŇKŮ PRO ZVÝŠENÍ VIDITELNOSTI.....	40
2.1.1 <i>Velikost dětské bundičky a vhodně zvolené množství retroreflexního materiálu</i>	41
2.1.2 <i>Stanovení variant bund podle průzkumu pro testování</i>	42
2.1.3 <i>Návrh dětských bundiček a doplňků</i>	47
2.1.3.1 <i>Dětská bundička Var. č. 9</i>	48
2.1.3.1.1 <i>Technický náčrtek s analýzou švů</i>	49
2.1.3.1.2 <i>Materiálová karta</i>	50
2.1.3.1.3 <i>Okótované díly bundy</i>	51

2.1.3.1.4	Ekonomické zhodnocení výrobku	53
2.1.3.2	Dětská bundička Var. č. 10	53
2.1.3.2.1	Technický nákres s analýzou švů	54
2.1.3.2.2	Materiálová karta	55
2.1.3.2.3	Okótované díly bundy	56
2.1.3.2.4	Ekonomické zhodnocení výrobku	57
2.1.3.3	Dětský doplněk Var. č. 11	57
2.1.3.3.1	Technický nákres s analýzou švů	58
2.1.3.3.2	Materiálová karta	59
2.1.3.3.3	Okótované díly doplňku	60
2.1.3.3.4	Ekonomické zhodnocení výrobku	61
2.1.3.4	Dětský doplněk Var.č.12	61
2.1.3.4.1	Technický nákres s analýzou švů	62
2.1.3.4.2	Materiálová karta	63
2.1.3.4.3	Okótované díly doplňku	64
2.1.3.4.4	Ekonomické zhodnocení výrobku	65
2.2	REÁLNÍ METODY TESTOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ DĚTSKÝCH BUND A DOPLŇKŮ	65
2.2.1	<i>První měření vyhodnocované pomocí NIS-Elements</i>	66
2.2.1.1	Popis podmínek provedeního experimentu testování viditelnosti v reálných podmínkách	66
2.2.1.2	Práce v NIS-Elements a výsledné hodnoty experimentu	68
2.2.1.3	Shrnutí výsledků prvního provedeního experimentu	74
2.2.2	<i>Laboratorní měření retroreflexních prvků, bundiček a doplňků</i>	75
2.2.2.1	Popis podmínek laboratorního testování	75
2.2.2.2	Výsledné hodnoty experimentu naměřené pomocí SpectroScan	77
2.2.2.3	Shrnutí výsledků laboratorního experimentu	84
2.2.3	<i>Třetí měření vyhodnocené formou dotazníku z pohledu „řidiče“</i>	84
2.2.3.1	Popis podmínek provedeního experimentu testování viditelnosti v reálných podmínkách	84
2.2.3.2	Výsledné hodnoty experimentu provedeního v terénu	87
2.2.3.3	Shrnutí výsledků provedeního experimentu v terénu	98
2.3	DISKUZE VÝSLEDKŮ	98
3	ZÁVĚR	102

CITOVANÁ LITERATURA	104
SEZNAM OBRÁZKŮ	106
SEZNAM TABULEK.....	108

Seznam označení

SI - Mezinárodní systém jednotek (Le Systéme International d'Unités)	r - poloměr sec - sekunda
SR - Slovenská republika	Hz - hertz (frekvence)
ČR - Česká republika	% - procento
Kč - česká koruna	°C - stupeň celsia
LED - světlo emitující dioda (light emmiting diode)	m - metr m ² - metr čtverečný
FLED - blikající světlo emitující dioda (flashing light emmiting diode)	cm - centimetr mm - milimetr
D - první třída viditelnosti pro fluorescenční materiály (den)	km/h - kilometr za hodinu kg/cm ² - kilogram na centimetr čtverečný
N - druhá třída viditelnosti pro retroreflexní materiály (noc)	g/m ² - gram na metr čtverečný cd- candela (intenzita světla)
D/N - třetí třída viditelnosti, kombinace fluorescenčního a retroreflexního materiálu (den/noc)	cd/m ² - candela na metr čtverečný, (odvozena SI jednotka jasu)
PD - přední díl	lx - lux (intenzita osvětlení způsobená světelným tokem 1 lumen dopadající na plochu 1m ²)
ZD - zadní díl	
BD - boční díl	
Var.č.- varianta číslo	
Cca - přibližně	
Tzv - takzvaně	

Úvod

Bezpečnost na silnici je v současné době velice preferovaná téma. Neustálý vývoj automobilů a zrychlení provozu nutí k vyšší bezpečnosti osob na cestách a komunikacích. Nejlépe dbají o svou bezpečnost cyklisté a výrobci oděvů se zaměřují hlavně na jejich skupinu. Avšak nejohroženější skupinou jsou právě děti a senioři. Řidiči mají na cestě v obcích povinnost zvýšit ostražitost v oblastech školek, škol a jiných zařízeních určených pro děti. Bohužel někdy ani dopravní značení oznamující přítomnost dětí nezabrání nehodě. Děti se často chovají zmateně a nevyzpytatelně, a právě proto je potřebné dbát na jejich bezpečnost.

Po vstupu platnosti zákona o bezpečnosti na silnici pro chodce se zlepšuje postupně i jejich situace. Při nabídce oblečení a doplňků pro chodce se objevují retroreflexní prvky, která je v celku na vysoké úrovni. Nekonkrétnost zákona však působí poněkud zmatečně. Nedefinuje velikost, množství ani umístění retroreflexního prvku na oděvu. Pak vzniká situace, že bunda nebo jiné doplňky nezabezpečují pro chodce správnou viditelnost i když se retroreflexní prvek na bundě nachází.

Abychom pro včasnou reakci řidiče snížili riziko nehodovosti nebo dokonce úmrtí dítěte na silnici a zvýšili jeho viditelnost, bylo v této práci navrženo a otestováno několik variant dětských bundiček a doplňků. Dvanáct různých variant slouží pro nejpresnější stanovení vhodného množství, velikosti a místa umístění retroreflexního prvku.

Nejpřesnější měření a následné vyhodnocení pořád není striktně definováno, i když už v minulosti proběhlo mnoho výzkumů a testování zabývajících se podobné problematice. V práci je navržena inovovaná metoda měření a hodnocení na základě dosavadních výzkumů. Kombinací objektivního, přesného měření pomocí přístroje SpectroScanu a subjektivního vnímání pozorovatelů tak získáváme přesnější výsledky.

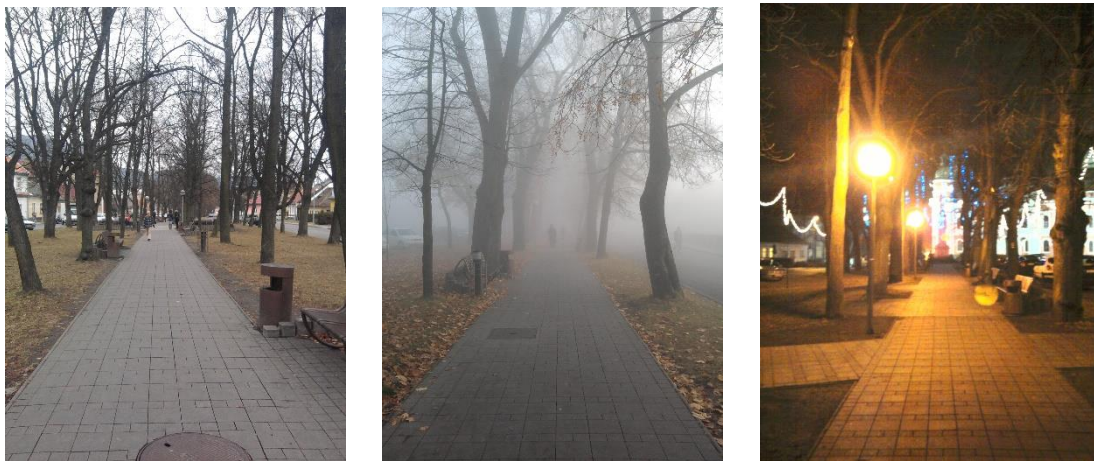
Každá kapitola je zakončena dílčím závěrem, který stručně shrnuje dosažené výsledky. Hlavní idea diplomové práce a celkové shrnutí všech dosažených výsledků jsou zhodnoceny v kapitole diskuze výsledků a závěru.

1 Rešeršní část

1.1 Viditelnost

Viditelnost je v meteorologii vyjádřena vodorovnou vzdáleností, na kterou lze spatřit objekty nebo zdroj světla. Viditelnost je důležitým parametrem pro silniční, námořní i leteckou dopravu. V meteorologii se pojem viditelnosti vztahuje k vlastnostem atmosféry v daném místě. Viditelnost v noci i ve dne je při stejném jejím složení stejná. Mimo meteorologii se za omezení viditelnosti někdy považuje i nedostatek světla, například v noci nebo v neosvětleném uzavřeném prostoru. Viditelnost je ovlivněná atmosférickými zárázkami, jako jsou déšť, sníh a kroupy včetně mlhy či prachu (1).

V českých pravidlech silničního provozu je snížená viditelnost definována jako situace, kdy „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“ (§ 2 zák. 361/2000 Sb, ff) (2).



Obrázek 1 :Viditelnost přes den, za mlhy nebo za soumraku

Správná viditelnost lidí za snížených podmínek je častým problémem. Ohrožuje bezpečnost na cestách, na zdraví, v mnohých případech dokonce i na životech lidí. I když má v dnešní době mnoho řešení, často se dělají při dodržování bezpečnosti chyby. Týká se to především cyklistů a chodců na cestách a komunikacích. Nejrizikovější skupinou představují ti nejmenší. Naše děti.

1.2 Důležitost správné viditelnosti na silnici

Důležitost, která se klade na viditelnost na silnici nám předkládají i statistiky, které se každoročně dělají pro častou nehodovost. Cílem je lidi upozornit na vážnost problému a zvýšení prevence vážných a smrtelných nehod, způsobených nedostatečnou viditelností chodce. Zároveň různé psychologické průzkumy ukazují, že hlavně děti do dvanáctého roku mají problém se plně soustředit na okolní dění. Děti nedokáží ještě správně odhadovat a předvídat. Různé reflexní, retroreflexní prvky, led-diodové pásky nebo fluorescenční doplňky zvyšují možnost včas zaregistrovat chodce na silnici a předejít nehodě, která ve většině případů končí smrtí. Zároveň je velice důležité správné umístění reflexního prvku na oděvu. A právě u kategorie dětí nastává otázka, zda použití a umístění reflexního prvku na dostupných oděvech na trhu jsou dostačující a umožňují dítě na cestě včas zpozorovat.



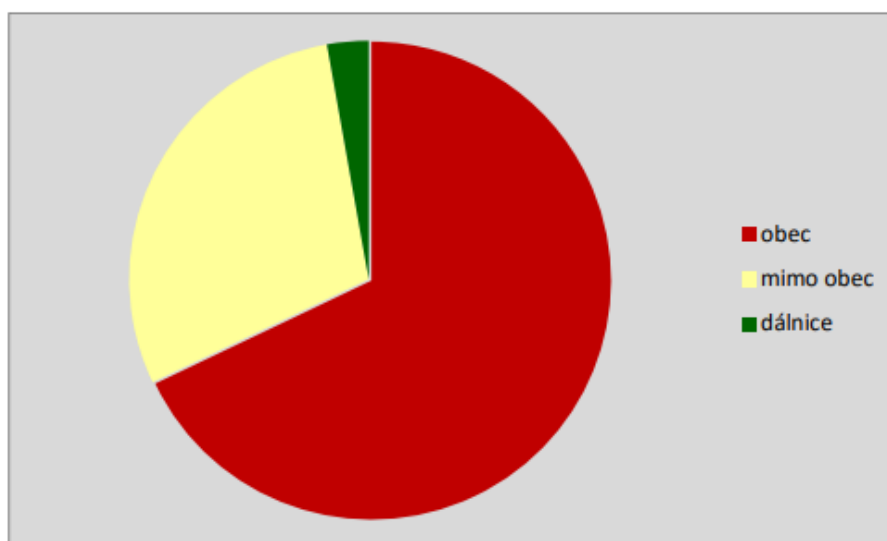
Obrázek 2: Chodec na silnici bez a s použitím reflexního prvku

Rovněž jako snížená viditelnost na silničních komunikacích je důležitým faktorem i zrak, věk a schopnost reakce řidiče. Až 75 % řidičů za volantem má zrakovou vadu. Při střetu chodce s autem se se zvyšující rychlostí auta také výrazně snižuje šance přežiti chodce. Při rychlosti 50 km/h nepřežije téměř polovina. Alarmující je, že při rychlosti 60 km/h je pro chodce nehoda skoro vždy smrtelná. U dětí platí, že už rychlost 30 km/h znamenají kritické následky, téměř vždy končí smrtí (3). Samozřejmě faktorů, které ovlivňují viditelnost na silnici a reakci řidiče, je mnoho. Pouliční osvětlení, typ

reflektoru světla na vozidle, správná údržba vozidla, barevnost oblečení a použití nebo absence reflexního prvku na oděvu. Svou důležitou úlohu zastává typ reflexního prvku, jeho množství a umístění na postavě chodce, v našem případě dítěte.

Právě v podzimním a zimním období za snížené viditelnosti dochází na silnici, v obci i mimo ně k největšímu počtu nehod. Brzká ranní a večerní tma, sněhové závěje, mlha a kluzké cesty jsou podmínky, se kterými se potýkáme minimálně po dobu čtyř až pěti měsíců ročně.

Podle statistik jen v České republice v minulém roce zemřelo na silnici 134 chodců a 58 cyklistů. Častým důsledkem nehod je fakt, že chodci mají tendenci přeceňovat svou vlastní viditelnost. Většina těchto tragických nehod se stala právě v zimním období, a to brzy ráno nebo ve večerních hodinách. Podle statistik je nejkritičtější měsíc listopad. Zároveň statistiky ukazují, že o polovinu víc chodců zemře v obcích než mimo ně. V roce 2015 z celkového počtu 1229 nehod při střetu vozidla s chodci bylo 436 dětí (4).

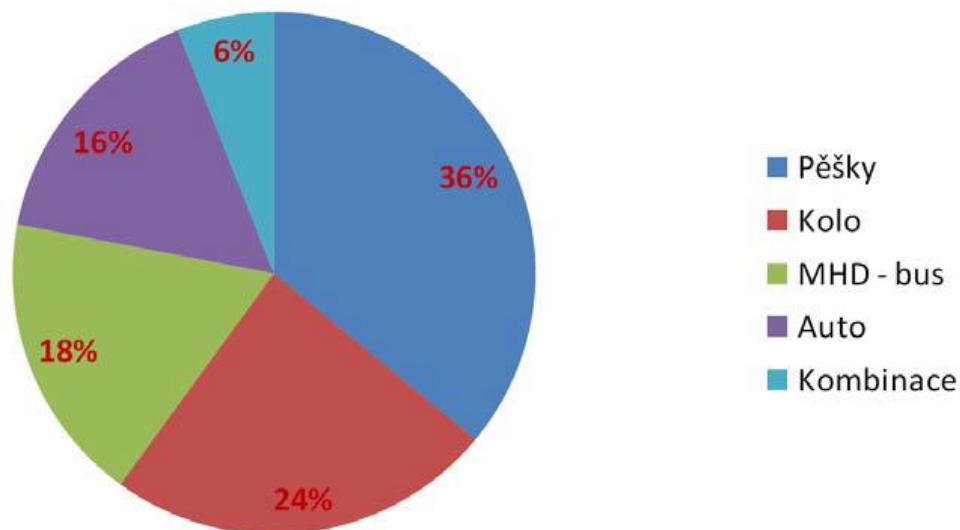


Obrázek 3: Celkový počet nehod v roce 2015 podle místa nehody



Obrázek 4: Úmrtnost chodců při nehodách za snížené a nesnížené viditelnosti za rok 2015

Po návštěvě Základné školy v Žiline SR jsme vyhodnotili, že děti se nejčastěji dopravují do školy pěšky. Tuhle skupinu tvoří až 36 % dětí. I to je velice důležitým faktorem, proč se v práci zaměřit na správnou viditelnost dětí na cestách.



Obrázek 5: Způsob dopravy žáků do školy

1.3 Jak zvýšit viditelnost na silnici

Téma bezpečnosti civilistů a cyklistů na silnici je v současné době velice preferovaná a aktuální. Policejní statistiky nám sice ukazují, že se každým rokem zmenšuje počet nehod na silnici díky různým bezpečnostním kampaním, avšak čísla jsou pořád alarmující. Zvýšení viditelnosti docílíme použitím fluorescenčních, reflexních a retroreflexních prvků. Reflexní materiály zaručují, že světlo dopadající na jejich povrch odráží zpátky směrem k světelným zdrojům - reflektorům vozidla. Zajišťují tak maximální možnou viditelnost osoby a zvyšují její bezpečnost včasnou reakcí řidiče na objekt. Je dokázané, že osoby používající retroreflexní a reflexní materiály na oděvech jsou vidět o několik stovek metrů dříve jako ty, které je nepoužívají. Dokazuje to i studie (5), v které zkoumali účinnost pomůcek na zlepšení viditelnosti. Bylo provedeno 12 studií na denní pomůcky a 25 na noční viditelné pomůcky, kterých se účastnilo 882 respondentův. Detekce řidičů a rozpoznávání se zlepšilo za pomoci použití pomůcek. Pro denní světlo byli nejúčinnější fluorescenční materiály ve žluté, červené a oranžové barvě. V noci kde jsou různé rušivé parametry (pouliční osvětlení, stav vozovky, nepořádek, pozadí - rušivé faktory, počasí, kontrast) se osvědčila kombinace reflexního a fluorescenčního prvku. Retroreflexní a různé blikající LED diodové pásy získali nejlepší hodnocení (6).

1.4 Rozdělení reflexních prvku

Reflexní prvky, které jsou schopné zvýšit viditelnost chodce na silnici, můžeme zařadit do třech základních skupin. První třídu tvoří prvky, které se v současné době těší významnému pokroku a zájmu. Využívají vlastní zdroj světla a potřebují vlastní napájení - zdroj energie. Dají se využívat na mnoho funkcí jako například při cyklojízdě signalizace směru jízdy, brzdění, zastavení a podobně. Jsou finančně náročnější a po ztrátě napájení se stávají nefunkční. Tyto bezpečnostní prvky označujeme jako aktivní bezpečnostní prvky. Druhou třídu bezpečnostních prvků, kterým se budeme zabývat, označujeme jako pasivní bezpečnostní prvky. Sami o sobě nevyzařují světlo a nepotřebují žádné napájení. Povrchy pasivních bezpečnostních prvků odrážejí světlo zpět ke zdroji - reflektoru vozidla. Tím se objekt stává viditelný i na doporučených 200 metrů potřebných

na včasnou reakci řidiče (6). Třetí třídu tvoří luminiscenční bezpečnostní prvky. Luminiscenční materiály mají schopnost přeměnit energii na světlo. Nepotřebují zdroj napájení ani světlo k odražení.

1.4.1 Aktivní bezpečnostní prvky

Aktivní bezpečnostní prvky využívají vlastní zdroj světla. Jejich využití se v dnešní době těší vysokému zájmu a vývoji. Jsou nimi světla emitující diody - LED světla a blikající světla emitující diody- FLED světla. FLED i LED diody pracují na stejném principu. FLED diody jsou nastavené tak, aby vydržely mnohatisícová opakování rozsvícení a zhasnutí pomocí klopného obvodu. LED diodové světla mají extrémně dlouhou životnost. Zároveň jsou odolné vůči nárazům, vibracím a extrémnímu chladu. Negativa aktivních bezpečnostních prvků je jejich údržba. Zdroj napájení je potřeba měnit a dobíjet. Při praní musí být snímatelná z oděvu. Ztrátou zdroje napájení se v terénu stávají nefunkčními. Jeden z hlavních důvodů, proč jsou v terénu tak zajímavé je fakt, že při doporučené svítivosti 4 candela (cd) na diodu mohou být viditelné v noci na vzdálenost více než 400 metrů, což je dvakrát více, než u pasivních prvků (7).

1.4.2 Pasivní bezpečnostní prvky

První reflexní materiály byly vynalezeny před více než padesáti lety. Materiály zaručují, že světlo dopadající na jejich povrch se odráží zpátky ke světelnému zdroji. Mezi pasivní bezpečnostní prvky patří fluorescenční bezpečnostní prvky a retroreflexní bezpečnostní prvky. Fluorescenční materiály zvyšují viditelnost za denního světla a za soumraku. Ve tmě však svou funkci ztrácí. Při nízké viditelnosti a za tmy je potřebné použití retroreflexních bezpečnostních prvků. Retroreflexní prvky zaručují zpozorování chodce až do vzdálenosti 200 metrů. Podle klasifikačních tříd má nejlepší výsledky právě kombinace fluorescenčních materiálů a použití retroreflexních prvků. Tahle třída se nazývá D/N 3 třída podle normy ČSN EN 471 (8).

1.4.3 Fluorescenční bezpečnostní prvky

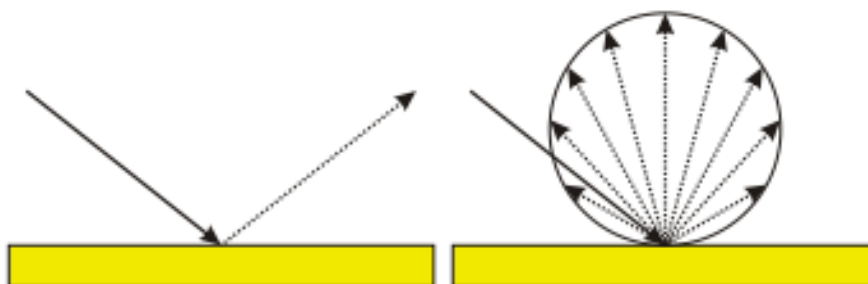
Fluorescenční barvy jako například sytě žlutá, oranžová nebo zelená, vytváří skvělý kontrast oproti okolí, kde se běžně nevyskytují. Jsou dobře vidět za denního světla, které jsou bohaté na krátkovlnné složky. V noci a za snížené viditelnosti jsou prakticky neviditelné a nepoužitelné. Fluorescenční materiály jsou difuzní. Odráží světlo všemi

směry a nezáleží na úhlu jeho dopadu. Nápadnost je důležitým prvkem, který zaručí, že řidič zaznamená vybraný objekt včas v dané vzdálenosti. Je to nejlepší měřítko viditelnosti, avšak na rozdíl od kontrastu či jasu je téměř nemožné ji kvantifikovat. Fluorescenční barvy se vyznačují vysokou nápadností v kontrastu k okolí.



Obrázek 6: Příklad palety fluorescenčních barev

Fluorescence je děj, při kterém se krátkovlnné záření transformuje do oblasti záření s delšími vlnovými délkami, kde se sčítají k odraženému světlu, čímž vznikne dojem, že barva je výraznější a sytější. Dopadající záření musí obsahovat krátké vlnové délky (denní světlo), které se budou transformovat na delší vlnové délky (9).



Obrázek 7: Zrcadlový a difúzní obraz

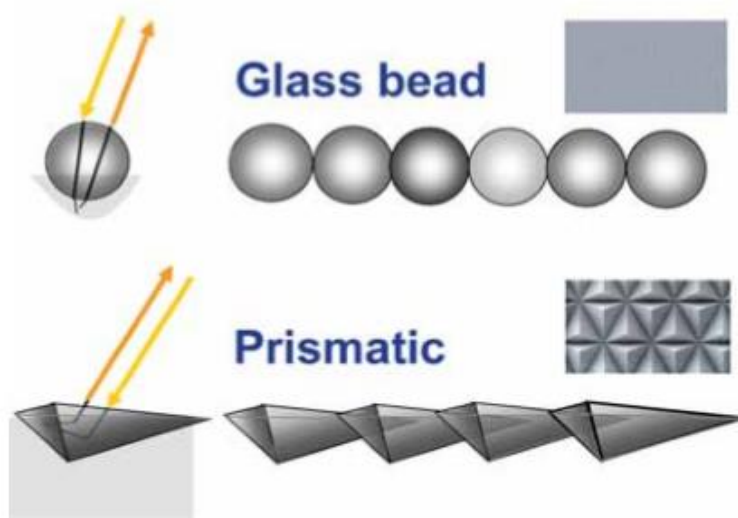
V případě, že si chodec obleče příliš tmavé oblečení, např. tmavou modrou anebo černou barvu, vzdálenost, na kterou ho je řidič schopný rozpoznat, je 18 metrů. Viditelnost chodců se zvýší, když zvolí světlejší oblečení. Chodec v červené barvě je

viditelný na 24 metrů, ve žlutém oblečeného chodce vidí řidič až na 37 metrů dopředu. Bílá barva se nedoporučuje, protože splývá s vozovkou a neplní tak danou funkci.

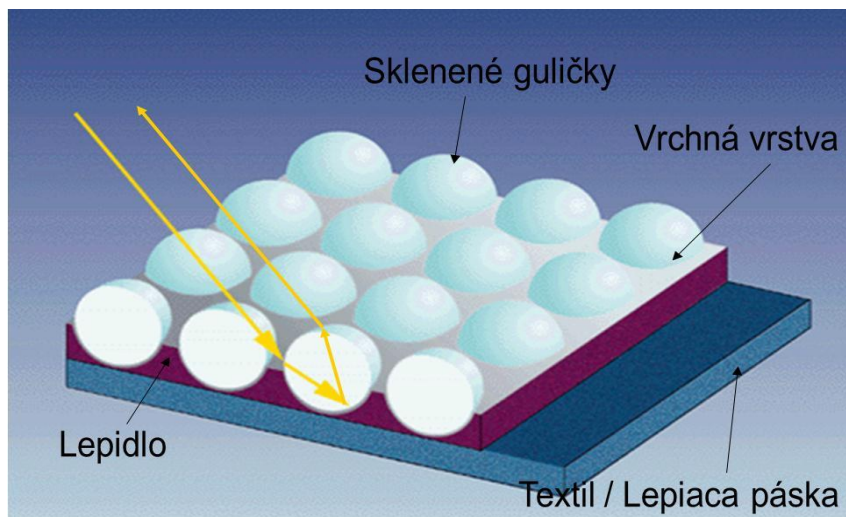
1.4.4 Retroreflexní bezpečnostní prvky

Retroreflexe je slovo latinského původu. „Reflecto“, znamená ohýbat a „re“ nebo „retro“ znamená zpět. Retroreflektivita je optický jev, ve kterém jsou odrážené paprsky světla vraceny ve směrech blízkému opačnému směru, ze kterého vycházejí. Běžnými retroreflektory jsou rohy krychle nebo mikrokuličky ze skla nebo plastu. Retroreflexní fólie byla poprvé představena ve třicátých letech minulého století. Nicméně až do padesátých let 20. století se objevila retroreflexní fólie s uzavřenými čočkami a retroreflexní značky se staly všeobecně uznávanými. Retroreflexe je fenomén světelných paprsků zasahujících do povrchu se zpětným přesměrováním ke zdroji světla. Rozložení tohoto zpětně odrazeného světla závisí na druhu retroreflexního materiálu.

V případě retroreflektorů, které používají kuličky, je světlo pohlcováno reflektorem a co je důležitější, světlo se rozptýlí ve směru světla. V případě prismatických a mikroprismatických zpětných reflektorů se světlo odráží zpátky ke světlotetům ve tvaru určeném konstrukcí a orientací mikroprismatických rohových kostek. Světlo, které vstupuje do skleněných kuliček, je ohnuto a zaměřeno směrem k zadní části kuličky a odraženo zpět směrem k světlotetům a řidiči. Po splnění podmínek pro správné použití retroreflexních prvků lze objekt upozorovat až do vzdálenosti 200 m (10).



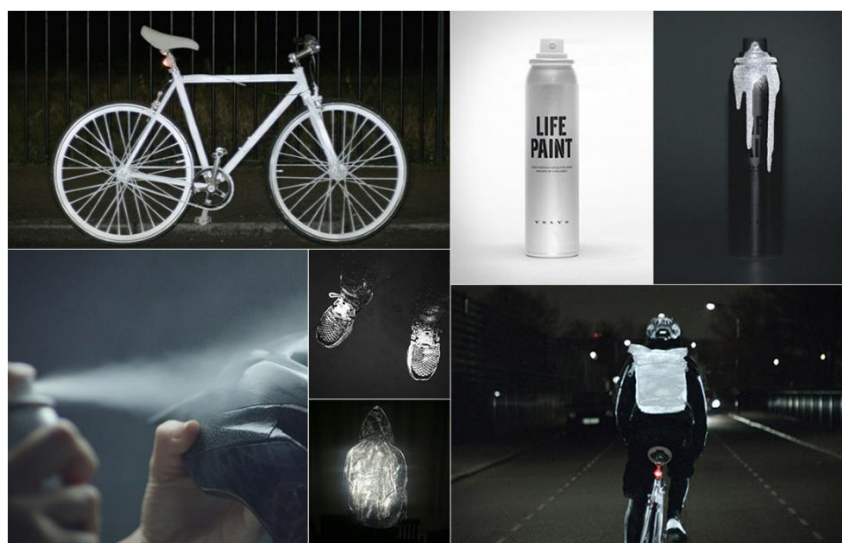
Obrázek 8: Dva systémy optické retroreflexivity (kuličková a hranolová- prismatická technologie)



Obrázek 9: Složení retroreflexních fólií

Retroreflexní fólie a proužky s touto technologií jsou velice flexibilní a vysoce výkonné materiály, nejčastěji se využívají v textilním průmyslu materiály. Lze je použít mnoha způsoby. Je možné vytvářet vrstvy tenčí než 0,1 milimetru. K novinkám na trhu patří reflexní vlákna a nitě. Ta je možno přidat do příze, či přímo textilu.

Mezi novinky lze zařadit i projekt Life Paint od společnosti Volvo, která se zaměřuje na bezpečnost cyklistů a chodců na silnici. Představila neviditelný reflektivní sprej, který se rozzáří pod reflektory vozidla. Hlavním záměrem byli cyklisté, je však použitím na oblečení vhodný i pro chodce, boty či batohy. Sprej nezneškodňuje materiál, protože se jednoduše vypere. Jeho účinnost je dočasná, vydrží cca týden a pak je nutné jej znovu aplikovat na materiál (11).

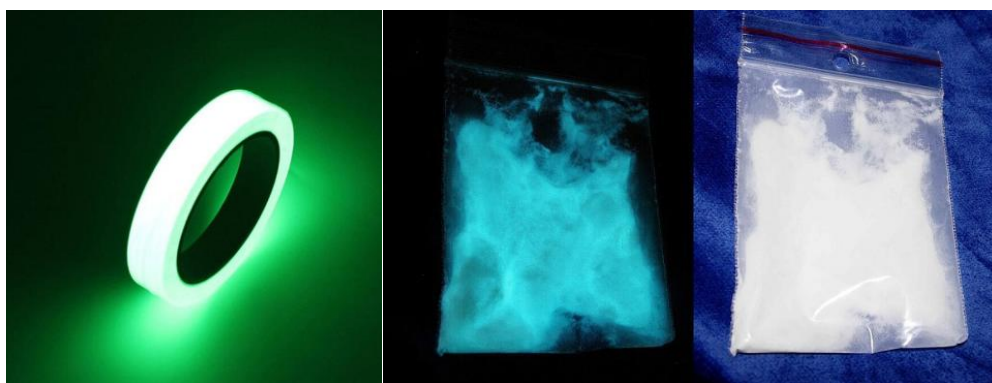


Obrázek 10: Life Paint a jeho aplikace

1.4.5 Luminiscenční bezpečnostní prvky

Princip luminiscence spočívá v samovolném záření pevných nebo kapalných látek. Ve snížených teplotách mají schopnost přeměnit energii na světlo. Luminiscenčních tříd je rovnou několik, za zmínku však stojí třída fotoluminiscence s fosforescenčním materiálem. Fotoluminiscenční práškový pigment ve dne absorbuje světlo a v noci má zářivě svítící efekt různých odstínů a koncentrace. Dále sem patří optoluminiscence s optickými vlákny.

Luminiscenční materiály se jeví jako nejvhodnější bezpečnostní prvky, protože nepotřebují napájení ani světelný zdroj z reflektoru auta. Prvky po načerpání energie, kterou absorbují, nemají dlouhou trvanlivost. Po dobu několika minut až hodin světlo slábne, až se nakonec úplně vysvítí a je zapotřebí je opět vystavit energii, kterou by znovu vstřebaly.



Obrázek 11: Fosforová lepicí páska a fotoluminiscenční pigment

Výzkumní pracovníci Drea Fekety a Rick Tyrrell z Clemsonové Univerzity využívají elektroluminiscenční technologii, která nevyžaduje osvětlení světlometů, aby vytvořila lepší viditelnost chodců a cyklistů. Tato technologie byla použita k vytvoření kostýmů v Disney filmu roku 2010 "Tron Legacy." Využívají biomotion - umístění prvků v pohyblivých částech těla- lokty, zápěstí, kolena a kotníky. Tato technologie využívá flexibilní panely, které svítí proudem napájeným bateriemi. Proto ji můžeme začlenit i mezi aktivní prvky (12).



Obrázek 12: Ukázka elektroluminiscenční technologie v kombinaci s retroreflexí

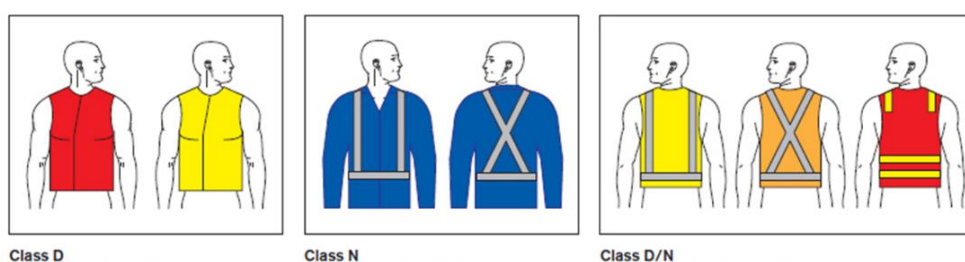
1.5 Legislativa viditelnosti v současnosti

Již ve zmíněné novele zákona č. 361/2000 sb. o provozu na pozemních komunikacích v paragrafu 53 odstavci devět stojí: „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.“ Novela přišla do platnosti od února 2017, čímž se jasně klade důležitost viditelnosti chodce na silnici (13).

I když je v zákoně zmínka o povinnosti nošení retroreflexního materiálu na oděvu, pořád chybí jeho přesná definice. Velikost reflexního prvku nebo jeho umístění. Také zde chybí specifikace odrazivosti reflexního prvku nebo jeho kvalita při údržbě. Důležitost nošení reflexního prvku by se ovšem neměla vztahovat jen mimo obec nebo mimo osvětlené komunikace. Stejně důležité je jejich nošení i v obcích, jak bylo zmíněno v kapitole 1.2 Důležitost správné viditelnosti na silnici. Povinnost nosit reflexní prvky zakotvila ve své legislativě řada evropských zemí a výsledkem bylo snížení počtu smrtelných nehod chodců.

Například sousední Slovensko až do roku 2010 zaznamenávalo ročně výrazně vyšší počet usmrcených chodců v přepočtu na 1 milion obyvatel než Česká republika.

Australská norma 1742.3, AS4602 obecně specifikuje druhy oděvů a oblasti tkaniny potřebné pro viditelnost. Existují tři různé klasifikace oblečení pro zvýšení viditelnosti. První třída D - pouze pro použití za denního světla s použitím fluorescenčního materiálu nebo jiného materiálu, který není zpětně odrazivý. Druhá třída N - je použitelná pouze v noci s reflexním materiálem na „nespecifickém“ pozadí. Třetí třída D/N má možnost použití při denním i nočním čase s použitím kombinace fluorescenčního a reflexního zpětně odrazivého materiálu. Současně doporučuje aplikaci retroreflexního proužku v šířce 50 mm (14).



Obrázek 13: Klasifikační třídy reflexe

Evropská norma EN 471 pro výstražné oděvy s vysokou viditelností pro profesionální a neprofesionální využití je detailnější. Jednoznačně definuje plochu fluorescenčního a retroreflexního materiálu, minimální činitel jasu u fluorescenčního materiálu a minimální koeficient retroreflexe. Materiály jsou testovány na stálobarevnost, oděr, ohýbání, střídání teplot, praní, chemické čištění a vystavení dešti. Norma se ale spíše věnuje profesionálním oděvům u dospělých jedinců. Norma, která by definovala dětské účastníky na silnici i mimo nich však neexistuje. Norma určující množství retroreflexního materiálu u oděvů pro dospělé nemusí množstvím a velikostí stačit pro dětské oděvy. Také výška dětí ovlivňuje umístění reflexního prvku.

Podle normy EN 471 je oděv rozdělený do 3 tříd, přičemž třetí třída představuje nejvyšší stupeň ochrany a určuje, že na svrchním oděvu (kabáty, bundy s rukávy a pláště) má retroreflexní materiál tvořit $0,20 \text{ m}^2$ a fluorescenční plocha by měla být nejméně $0,80 \text{ m}^2$ z celého oděvu. V práci se věnujeme dětským bundičkám a doplňkům, a proto si jejich plochu přizpůsobíme dětské velikosti a výšce (15).

1.6 Průzkum dětského oděvu a reflexního sortimentu na trhu

Po průzkumu zboží na internetu a v obchodech ve městech ČR můžeme zhodnotit, že trh s reflexními věcmi je rozmanitý. To však neznamena, že děti ve školce a ve škole opravdu reflexní oblečení používají. V současné době nosí děti nevýrazné bledé nebo naopak příliš tmavé oblečení, které je nedostačující pro viditelnost na komunikacích.

Většinou nejsou označené reflexním prvkem, a pokud ano, jsou zakryté školní taškou, čím se vytrácí význam reflexních prvku (např. vesty). Děti nejsou vidět a tím pádem nechráněné, jak můžeme vidět na Obrázku 14. Z toho důvodu je vhodnější, aby retroreflexní prvek byl součástí oděvu a nebyl doplňkem, který je pro dítě nepohodlný nebo náročný pro aplikaci a nošení.

Reflexní a fluorescenční materiály nejsou příliš nákladné. Při dnešní nabídce na trhu můžeme zakoupit různé druhy reflexních prvku, doplňků a hotových výrobků, jako například nášivky, samolepky, pásy na ruce a nohy, nebo čepice, vesty, baňohy, boty a přívěsky v podobě zvířátek. Jsou módní a oblíbené. Každý použitý reflexní doplněk je lepší než žádný, avšak otázkou je, jestli jsou pro dítě dostačující, jestli všechny splňují požadavky podle norem a jestli jsou opravdu funkční.



Obrázek 14: Očekávání vs. realita dětí na cestě

Rovněž z průzkumu můžeme říct, že podle oblíbenosti převládají u dětí sportovní bundy (až 59 % oproti vycházkovým bundám, které tvoří 41 % prodaného zboží), což je dobrá správa, protože na sportovních oděvech oproti vycházkovým se nacházejí reflexní prvky v oblasti zápěstí, loktech, kapuce, malého loga na předním díle bund, kapsách nebo v lemování. Zejména na vycházkových bundách a oděvech se reflexní prvky neobjevují vůbec. Buničky zabezpečují dětem komfort a ochranu před vnějšími vlivy v zimním a

podzimním deštivém období ale za snížené viditelnosti na silnici jsou chráněné nedostatečně nebo vůbec.



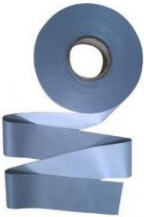
Obrázek 15: Reflexní prvky na dětských sportovních a vycházkových bundičkách

Ukázka dětského sortimentu oděvu a reflexních doplňků na trhu:

Ukázka a popis retroreflexních prvků na aplikaci při výrobě dětského oděvu a hotové retroreflexivní doplňky k dětským oděvům jako konečný hotový výrobek pro zvýšení viditelnosti na silnici za snížené viditelnosti je znázorněno v následujících tabulkách.

Tabulka 1: Ukázka reflexních prvků pro aplikaci na dětský oděv

Název prvku (pro výrobu)	Obrázek	Slovní popis, informace
Reflexní nitě		-reflexní připlétací nit 0,5 mm -Německo -pletení ponožek, nápletu, bambule, lemování okrajů -stříbrná, růžová, zelená -cena: 130 Kč/balení
Paspule		-dostupné v ČR -lemování dolních okrajů, všívání do švů -šířka 10 mm -cena: 20 Kč/m

Našivací retroreflexní + fluorescenční proužek na tkanině		-dostupné v ČR -různé barvy, neonové tkaniny -šířka 10, 20 mm -cena: 30-60 Kč/m
Našivací retroreflexní proužek		-dostupné v ČR -našivací proužek na svrchní oděvy -šířka 50 mm -cena: 40 Kč/m
Nažehlovací fólie proužek		-dostupné v ČR -reflexní fólie se aplikuje na hotový výrobek nebo při výrobě oděvu, doplňku, různé kreativní využití aplikace, možnost zakoupit hotové motivy -aplikace pomocí tepelného lisu nebo domácí žehličky -šířka 20,30,50 mm -cena: 40 Kč/m
Zdrhovadlo		-dostupné v ČR -různé barvy a délky 8-30 cm (pro český trh dostupné černé barvy) - reflexní pásek na tkanině kostěného zdrhovadla -cena: 40 Kč

Nažehlovačky, logo		-dostupné v ČR -různé tvary, velikosti, dětské motivy -podkladový materiál je reflexní -aplikace pomocí tepelného lisu nebo domácí žehličky -cena: 40-70 Kč
--------------------	---	--

Tabulka 2: Ukázka reflexních výrobků a doplňků

Název doplňku a oděvu	Obrázek	Slovní popis, informace
Reflexní samonavíjecí pásy		-dostupné v ČR -nejpoužívanější bezpečnostní prvek, rychlé a snadné použití -různé barvy -rozměry 32x3 cm -cena: 25 Kč
Reflexní pásy na suchý zip		-dostupné v ČR -rychlé a snadné použití v oblasti rukou a nohou -velikost se dá přizpůsobovat pomocí suchého zipu -různé druhy: 3M Scotliche, blikající s LED, -různé barvy -cena: 50-80 Kč

Reflexní připínací odznak		-dostupné v ČR -vhodné na umístění na baťoh, bundu -rychlá aplikace -různé barvy motivy, velikosti -cena: 30 Kč
Reflexní samolepky		-dostupné v ČR -snadná aplikace, krátká životnost -různé barvy, velikosti, motivy -cena: 40 Kč
Reflexní přívěsky a odrazky		-dostupné v ČR Různé motivy, plošné i 3D zvířátka, -vhodné na umístění na baťoh, -cena: 100-200 Kč
Dětské reflexní vesty		-dostupné v ČR -široká škála sortimentu na trhu, -různé barvy i velikosti, s potiskem, -různé druhy zapínání: bez zapínání, pomocí suchého zipu, zdrhovadla, gumy, klipsny a jiné - poměrně pohodlné nošení, převlékání přes hlavu, pokud není na boční straně guma nebo suchý zip

		vestička neдрží při pohybu -kombinace fluorescenčního a retroreflexního materiálu -poslední varianta - popruhy jsou nastavitelné podle potřeby nositele-variabilní velikost -cena: od 70 do 300 Kč
Reflexní potahy		-dostupné v ČR -vhodné na zabalení batohu -různé barvy, velikosti -cena: 100-200 Kč
Reflexní doplňky		-dostupné v ČR -různé barvy, velikosti -letní i zimní čepice -cena: 50-100 Kč

Reflexní oblečení		-dostupné na zahraničních portálech, limitované edice i v ČR (Tchibo, Nike) -cena: 800-1000 Kč
Reflexní obuv		-dostupné v ČR -malé reflexní prvky, prošívání -cena:1500-3000 Kč
Reflexní batohy a tašky		-dostupné v ČR -různé velikosti i druhy -lemování popruhy, zapínání, reflexní prvky na předním i bočním díly -cena: od 80-2000 Kč
Reflexní pláštěnky		-dostupné v ČR -pláštěnky do deště -aplikace na oděv-nekomfortní -různé motivy, velikosti, barvy -reflexní prvky na rukávech, dolním okraji, zapínání -v oblasti kapuce se prvky nevyskytují -cena: 200-800 Kč

Při průzkumu jsme se zaměřili na kategorii oblečení pro podzimní a zimní období, kde je výrazně snížena viditelnost a nejvyšší nehodovost. Sem patří zimní bundy, kalhoty, čepice, dětská zimní obuv a různé doplňky. Průzkum nám ukázal, že na trhu nalezneme velké množství zboží s fluorescenčními a retroreflexními prvky. Jejich množství a umístění na oděvech je častokrát nedostačující. Kombinace těchto dvou variant objevujeme na sportovních bundách a kalhotách. Na vycházkovém oděvu se nevyskytují téměř vůbec. Retroreflexní prvek nalezneme na bundě v podobě loga na hrudní straně, na konci rukávů, paspule v členění, označení kapes, zdrhovadla nebo na zadní straně v dolním okraji. V oblasti kapuce se reflexní prvky téměř nikdy nevyskytují. Pokud se na trhu objevují oděvy, které splňují a přibližují se k doporučením pro správnou viditelnost na silnici, pak jsou oděvy a doplňky finančně náročnější. Informace získané z průzkumu dále použijeme při výběru variant typu bundiček, pro testování v laboratoři a v terénu uvedené v praktické části práce.

1.7 Známé metody testování viditelnosti

Pro změření vzdálenosti viditelnosti, kvalitu retroreflexních materiálů, jejich retroreflektivitu, vhodné umístění retroreflexivního prvků na oblečení a skutečnou vzdálenost viditelnosti v terénu nám umožňují různé metody testování viditelnosti vyvinuté a odzkoušené na celém světě. Mnoho metod měření je pořád ve stádiu výzkumu a jiné jsou založené na pozorování a subjektivním vyhodnocování za pomoci lidských pozorovatelů. Metody testování viditelnosti můžeme rozdělit na laboratorní testování a testování reálné viditelnosti přímo v terénu. Také je můžeme rozdělit na objektivní a subjektivní měření.

1.7.1 Laboratorní metody testování

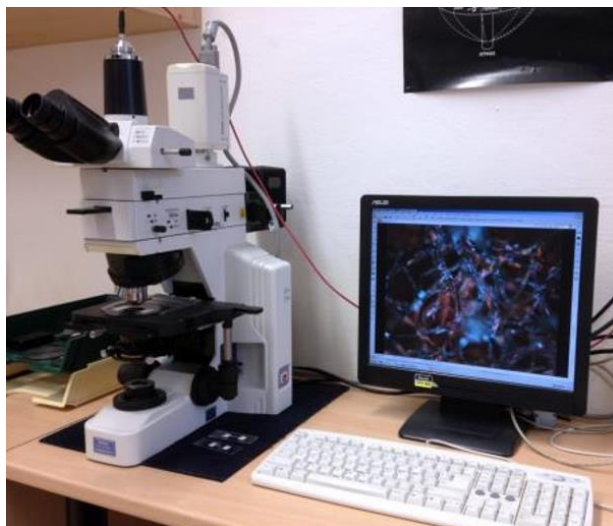
Laboratorní metody testování za pomoci přístrojů, které se především zaměřují na fyzikální vlastnosti materiálů, jsou objektivní a téměř zcela přesné. Měřením reflektivity, při přesně stanovených úhlech pozorování a dopadu světla, zjišťujeme citlivost materiálu na jeho orientaci. Příkladem laboratorního testování, může být porovnávání stejných výrobků od různých výrobců, čímž zjišťujeme jejich kvalitu odrazivosti. Běžné retroreflexní pásy se v odrazivosti značně liší kvalitou od pásek s 3M technologií v desetinásobných naměřených hodnotách. Také se hodnotí další vlastnosti materiálu

podle norem, v různých extrémních podmínkách jako jsou mráz, teplo, vlhkost nebo mechanické poškození či opotřebování (16). Použitím spektrofotometru nebo retroreflektometru se měření uskutečňuje pomocí senzorů a integrovaného dokumentačního vybavení, a tím je možné měřit difuzní a odrazivou složku materiálu retroreflexního a fluorescenčního materiálu při denním světle nebo xenonovými reflektory (17). Kontaktní měření se například používá u dopravních značek.



Obrázek 16: Ukázka přístroje spektrofotometru a retroreflektometru

Při měření viditelnosti reflexního přímého filmového potisku na oděvu Jaroslava Adamcova byl použit Mikrospektrofotometr LCAM. Na přístroji je možné měřit spektrální parametry u mikroskopických preparátů v procházejícím i odraženém světle. Na přístroji je možné využít kombinace typů osvětlení jako například halogenová zářivka a xenonová výbojka. Pomocí přístroje je možné analyzovat chování vzorků při různých typech odrazu světla.



Obrázek 17: Mikrospektrofotometr na Technické univerzitě v Liberci

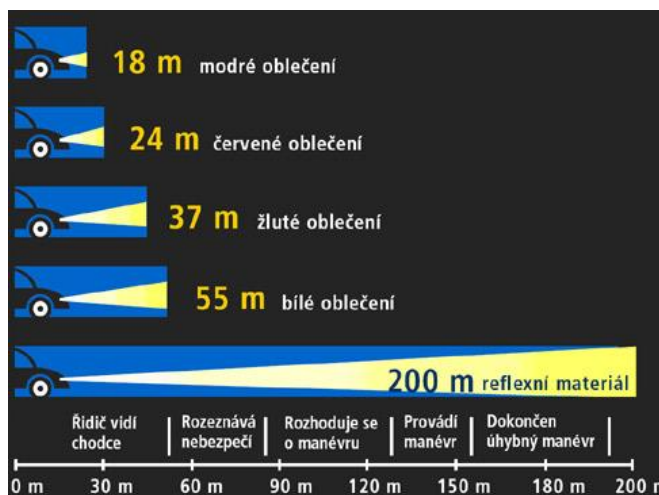
Přístroj určený na přesné měření intenzity osvětlení v terénu nebo v laboratoriích nám umožňuje Luxmetr. Luxmetry jsou objektivní přístroje pro měření osvětlenosti, které se skládají z přijímače s korigovaným (nejčastěji křemíkovým) fotočlánkem, opatřeným kosinusovým nástavcem, a z měřicího a vyhodnocovacího systému s digitálním nebo analogovým indikátorem. Existují rovinné, kulové, válcové, polokulové, poloválcové a další typy luxmetrů. Rozdělení luxmetrů (L, A, B, C) jsou určena podle největších dovolených souhrnných chyb, jejichž hodnoty jsou 2, 5, 10 a 20 %. Třídy L a A se využívají pro přesné laboratorní měření. Pro běžné provozní měření osvětlenosti postačují třídy B a C. Frekvenční rozsah pro všechny třídy přesnosti luxmetrů je v mezích od 40 do 105 Hz (17).



Obrázek 18: Ukázka luxmetru Voltcraft LX-1180 s odchylkou $\pm 3\%$

1.7.2 Metody reálného testování - terénní metody

Metody reálného testování v terénu jsou v problematice viditelnosti prvků a celého oděvu velice důležité. Ovlivňuje je mnoho faktorů, které v laboratorních podmínkách lze těžko nasimulovat. Studie společnosti Besip, hlavní koordinační subjekt bezpečnosti silničního provozu v ČR, určila potřebnou 200metrovou vzdálenost k provedení úhybového manévru, od doby zpozorování překážky na silnici.



Obrázek 19: Ukázka vzdálenosti reakce řidiče na překážku podle společnosti Besip

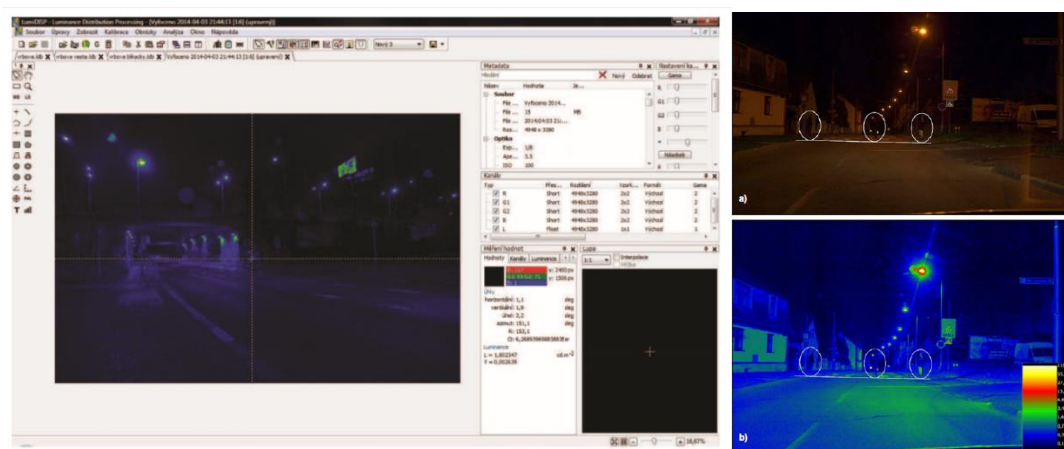
Kromě vzdálenosti tu jsou různé rušivé faktory jako pouliční osvětlení, provoz na silnici, dopravné značení, mlha nebo déšť. Terénní měření mohou být hodnocena přímo na místě formou dotazníku za pomoci subjektivních názorů dobrovolníků, nebo jsou fotograficky zaznamenány a následně vyhodnoceny. Zaznamenané fotografie vyhodnocuje software k tomu určený nebo opět několik dotázaných dobrovolníků vyplněním dotazníku.

První typ terénního měření vidíme na studii z roku 2007, provedené v Kanadě skupinou vědců, která se zabývá prevencí rizikových faktorů a vlastností, které předpovídají viditelnost cyklistů a chodců na silnici. Za pomoci dobrovolníků zaznamenávali věk, pohlaví, barvu oděvu, použití retroreflektivních prvků, přívěsků, helmy a subjektivní celkový dojem o viditelnosti. Data se zaznamenávali do dotazníku, který byl navržen pro tuhle studii. Toto posouzení viditelnosti bylo založeno na čtyřbodové škále podle kategorií (1=neviditelné, 2=nízká viditelnost, 3=střední viditelnost a 4=vysoká viditelnost). Pro přesnější vyhodnocení se stupnice rozšířila na 10

bodů. Studie se zaměřuje především na cyklisty, avšak upozorňuje na velice nízké procento použití retroreflexních prvků (18).

K druhému terénnímu měření zcela jistě patří jasový analyzátor LumiDISP (LUMInance DIStribution Processing). Byl vyvinut týmem z Vysokého učení technického v Brně na Fakultě elektrotechniky a komunikačních technologií. Jedná se o systém využívající analýzy jasových poměrů za pomoci digitální fotografie k fotometrickému měření jasu a jeho distribuci. Tvoří ho měřicí fotoaparát NIKON D7000 kalibrovaný na základní zdroje světla, program LumiDISP, databázový stroj FireBird a další doplňky (filtry na objektiv, kabely, čtečka paměťových karet, baterie). Software LuminDISP využívá uložená data z fotografie, která převede na hodnoty jasu, které jsou následně zobrazeny pomocí barevných palet. V převedené fotografii do jasových hodnot pak jdou měřit hodnoty jasu pomocí několika různých detektorů. Program je vybaven funkcí HDR, která slouží k redukci přepálených míst, čímž poskytuje mnohem přesnější výsledky.

Jasový analyzátor LumiDISP lze využít na měření jasu a jeho distribuce, rovnoměrnosti jasu a jasové řezy, osvětlení komunikací a přechodů pro chodce, hodnocení zobrazovacích zařízení, hodnocení svítidel a posuzování světelných zdrojů. Měření řeší rozložení jasu, kde výsledkem je jasová mapa, ze které je možné získat hodnoty jasu v libovolném bodě nebo oblasti. Stejně tak je možné rozlišovat kontrast chodce vzhledem k osvětlené silnici. LumiDISP je možné využít v celé řadě možností jasové analýzy (19).



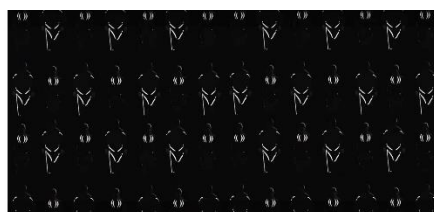
Obrázek 20: Ukázka uživatelského prostředí programu LumiDISP

1.8 Umístění reflexního prvku na základě doporučení již existujících výzkumech

Nejlepší výsledek odrazivosti prvků na oděvu nezaručuje jistotu včasného zpozorování objektu na silnici. Nápadnost je proto velice důležitým parametrem při vyhodnocení umístění prvků na oděvu. Nejznámější a nejkvalitnější výrobce retorreflexních aplikací a doplňků 3M Scotchlite™ se této problematice aktivně věnuje. Zaobírá se především cyklisty a sportovci. Nejen, že retroreflexní materiál přesahuje nejvyšší třídu jasu, kterou určuje norma, má široký uhel odrazu, je vysoce odolný ale jeho vlastnosti odrazivosti se nemění ani za mokra. Také vytváří studie, které se zabývají umístěním prvků a jejich směr, které testuje v praxi. Nejnovější testování ukázalo, že řidič rychleji reaguje na objekt, který má prvky aplikované na pohyblivé části těla-tzv. biomotion. Rychlejší reakce se zaznamenala také u kombinace vertikálního a horizontálního umístění retroreflexních prvků, a také šikmého umístění na oděvu (20).



Obr. 1.1 Kombinácia zviského a vodorovného umiestnenia reflexných prvkov na postave



Obr. 1.2 Šikmé umiestnenie reflexných prvkov na postave



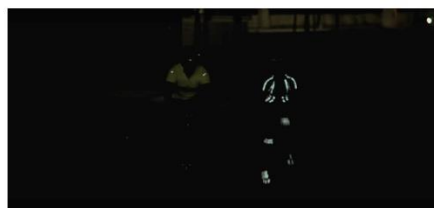
Obr. 1.3 Kombinácia tmavého odevu s reflexnými pružkami - vyššia efektívnosť



Obr. 1.4 Test na postave v pohybe s reflexnými pružkami za tmy



Obr. 1.5 Postava v pohybe za denného svetla

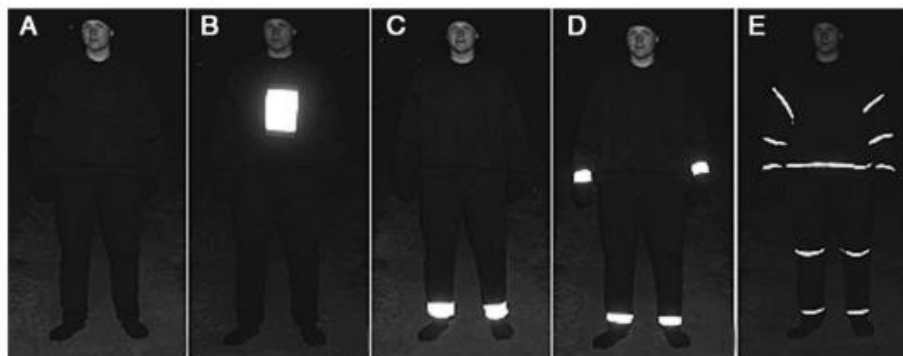


Obr. 1.6 Porovnanie označenej a neoznačenej postavy za tmy

Obrázek 21: 3M Scotchlite™ testování umístění prvků na postavě

Nejnovější studie z roku 2016 zkoumá, jak ovlivňuje věk a zrakové zdraví řidiče a jeho reakci na objekt na silnici. Zároveň, jak maximalizovat bezpečnost chodců na silnici, jak být nápadní a viditelní, a přitahovat pozornost řidiče. Výzkum prokázal, že

viditelnost chodců může být optimalizováno připevněním retroreflexních prvků na končetiny chodců. Byla testovaná stejná plocha retroreflexního prvků na oděvu v oblasti hrudě, horních a dolních končetin a v oblastech kloubů. Měření proběhlo s figurantem v klidu a také v pohybu. Opět se zde hovoří o „biological motion“ – biomotion, který usnadňuje vnímání osoby. Nicméně prvky na trupu (například vesty) byly méně účinné (21).



Obrázek 22: Ukázka stejné plochy retroreflexních prvků A-bez, E-biomotion

Už studie z roku 2002 zmiňuje funkčnost biomotion retroreflexních materiálů pro rychlejší detekci a rozpoznávání chodce. Pro denní světlo u fluorescenčních materiálů zlepšují zpozorování materiály ve žluté, červené a oranžové barvě (22). Výsledkem dalších studií je obzvláště důležité umístění retroreflexních prvků v oblastí rukávů (23).

Umístění retroreflexních prvků v oblastech biomotion je v dnešní době shledáváno jako nejefektivnější. Stejně tak je důležitý tvar a směr retroreflexního prvku. Kombinace vertikálního, horizontálního a šikmého ukládání prvků zvyšuje nápaditost chodce na silnici (24).

1.9 Shrnutí poznatků řešeršní části práce

Podrobná analýza provedená v řešeršní části práce nám poskytuje přiblížení dané problematiky. Shrnutí získaných poznatků v bodech:

- Podle průzkumu je vyšší zájem pro sportovní dětské bundy.
- Za denního světla jsou efektivnější fluorescenční materiály (červená, oranžová, žlutá).

- V pozdních večerních hodinách a za snížené viditelnosti jsou nejefektivnější aktivní bezpečnostní prvky (LED, FLED diody). Funkčnost je omezena zdrojem napájení. Jsou finančně náročnější.
- Retroreflexní materiály jsou mnohem flexibilnější a často jsou součástí oděvu. Jejich výskyt na trhu je rozmanitý a finančně nenáročný. Na bundě se objevují v podobě nášivek, loga nebo v členění a výpustek. Ve většině případů jsou bohužel nedostačující.
- Zahraniční trh je rozmanitější na bezpečnostní oblečení, doplňky a různé retroreflexní aplikace.
- Kombinace fluorescenčního a retroreflexního materiálu je podle bezpečnostních norem nejvhodnější a nejúčinnější.
- Nejlepší volbou a komfortně nejvhodnější je bezpečnostní prvek součástí oblečení.
- Množství retroreflexního materiálů podle normy je rozdílný u dospělého a dětského oděvu. Je potřebné brát v úvahu celkovou plochu dětského oděvu a poměr fluorescenčního a retroreflexního materiálů.
- V úvahu je potřebné dbát i na výšku dítěte a přizpůsobit umístění retroreflexních prvků na bundičce. V oblastech loktů dětské bundy se nemusí nacházet retroreflexní prvek z důvodu krátké délky rukávů. Postačí aplikace prvku v horní a dolní části rukávu bundičky. Oblast hrudníku dospělého člověka je přibližně ve výšce dětské hlavy. Správná viditelnost ze všech stran a za každé situace jako je zakrytí zad batohem a podobně.
- Nejefektivnější umístění retroreflexního materiálů na oděvu je „biomotion“. V oblastech pohyblivých částí těla, v oblastech kloubů. Směr retroreflexního materiálu je nejvhodnější kombinace horizontálního, vertikálního nebo šikmého směru.

2 Praktická část

Praktická část je rozdělená na části:

- Návrh dětského oděvu a doplňků pro zvýšení viditelnosti – stanovení velikosti dětské bundičky podle průzkumu, stanovení variant dětských bundiček na testování podle průzkumu (umístění retroreflexních prvků, jejich velikost a množství), vlastní návrh dětských bundiček a doplňků a jejich vyhotovení
- Různé metody testování navržených bundiček a doplňků v podmínkách za snížené viditelnosti
- Diskuze výsledků měření

2.1 Návrh dětského oděvu a doplňků pro zvýšení viditelnosti

Po analýze dětských bundiček v rešeršní části práce a z průzkumu trhu v ČR, popsané v kapitole 1.6 jsme zjistili, že je větší zájem o sportovní typ bundiček. I když se na bundě nachází retroreflexní prvek, v mnoha případech může být nedostačující. Proto v praktické části byli vytvořené varianty bundiček s různým umístěním, velikostmi a množstvím retroreflexních prvků. Mimo variant, které představují existující sortiment na trhu, byli navrhnuté dvě dětské bundičky a doplňky, které jsou vyhotovené z lehce dostupných materiálů. Jsou oživené dětským designem a jsou UNISEX, vhodné pro kluky i holky. Jejich vyhotovení je popsáno v kapitolách 2.1.3. Jsou vhodným doplňkem i pro bundy, které jsou zakoupené již bez retroreflexních prvků. Svým konstrukčním řešením jsou také vhodné pro nošení batohu a školní tašky, protože se aplikují přes batoh, čímž řeší problém zakrytí retroreflexních prvků na zadním díle bundičky.

Testováním jsme zjišťovali, jak se varianty chovali v terénů, a která varianta byla nejvhodnější a nejefektivnější, aby bylo dítě bezpečně poznat za snížené viditelnosti na silnici. Narazili jsme na mnohé nedostatky či už praktické nebo finanční.

Stanovené velikosti, množství, umístění a směru retroreflexních prvků na bundách jsou podrobně zobrazené v tabulce 4, kde jsou popsány pro přední a zadní díl (dále je PD, ZD) svou plochou a vyjádřené procentuálně k celé ploše bundy. Měření a porovnání ploch, tvarů a druhů prvků jsou k nahlédnutí v tabulce 28 a 30.

Za pomoci výsledku měření navrhnutých bund a doplňků budeme moci porovnat rozdíl a kvalitu viditelnosti od běžně dostupných dětských bund.

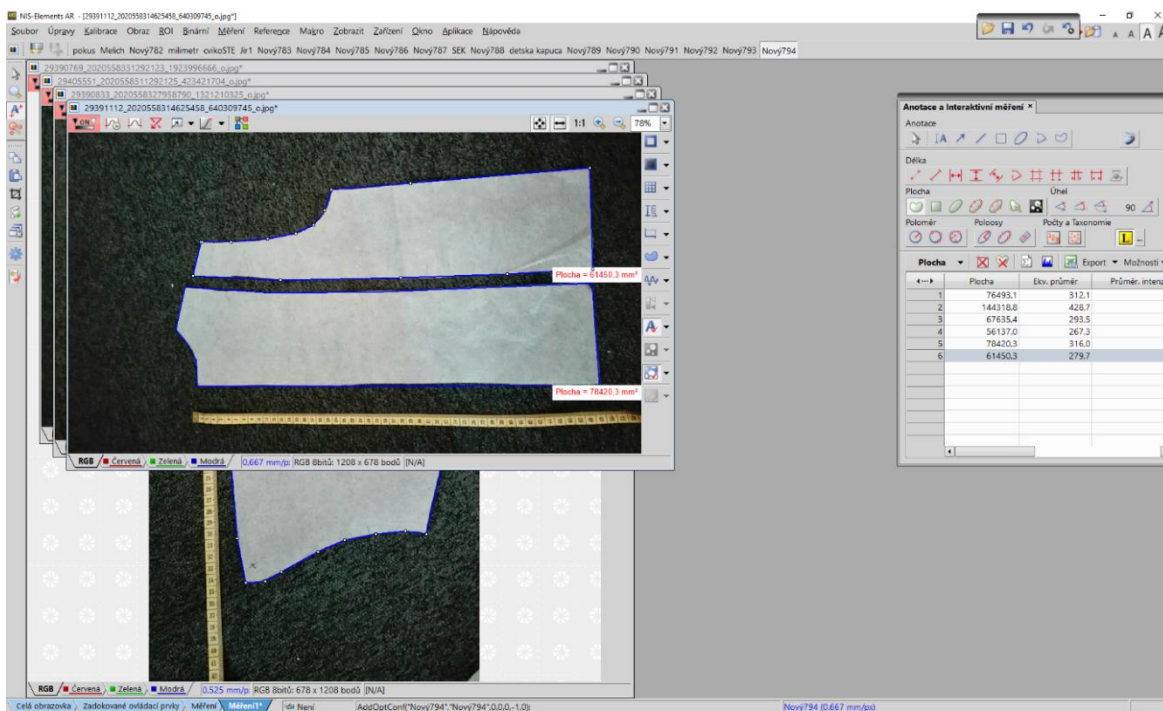
2.1.1 Velikost dětské bundičky a vhodně zvolené množství retroreflexního materiálu

Po navštívení základní školy v Žiline SR a po doporučení učitelů jsme se zaměřili na věkovou kategorii 6-7 let žáků. Jsou nejohroženější kategorií dětí, protože se začínají učit samostatnosti a správnému chování na silnici i mimo ni. Než si osvojí správné návyky, chovají se častokrát zmateně a nepředvídatelně. Provedli jsme měření tělesných rozměrů a vyhodnotili. Pro kontrolu jsme je porovnávali s doporučenou literaturou s tělesnými rozměry různých věkových kategorií od narození do 14 let dětí (25).

Podle získaných rozměrů byl vyhotoven základní střih dětské bundičky s kapucí. Plochu dětské a dospělé bundy jsme vyhodnotili za pomoci softwaru obrazové analýzy NIS-Elements (LUCIA), který se nachází na katedře oděvních technologií. Měření v NIS-Elements vidíme na obrázku 23. Získali jsme plochu obou bund, kde dospělá bunda má výslednou celkovou plochu 1,661m² a dětská bunda 0,892m². Získali jsme rozměry dítěte ve věku sedmi let, které jsou zapsané v tabulce 3.

Tabulka 3: Průměrná postava dítěte šesti let měřená a podle literatury Winifred Aldrich

Měřené tělesné rozměry (cm)		Winifred Aldrich (cm)	
Výška postavy	114,5	Výška postavy A	116
Obvod hrudníku	59,5	Obvod hrudníku B	61
Obvod pásu	56,5	Obvod pásu C	58
Obvod boků	66	Obvod boků D	65
Zadní délka zad	26,5	Zadní délka zad K-N	28,4
Délka rukávů	40	Délka rukávů H-T	41,5
Obvod krků	28,5	Obvod krků F	28,4
Obvod hlavy	50,5	Obvod hlavy U	53



Obrázek 23: Ukázka uživatelského prostředí počítání plochy dílů programu NIS-Elements

Evropská norma EN 471 pro výstražné oděvy s vysokou viditelností pro profesionální a neprofesionální využití, jak jsme zmínili v rešeršní části práce, definuje třetí třídu s nejvyšším stupněm ochrany svrchního oděvu. Retroreflexní materiál tvoří $0,20 \text{ m}^2$ z celého oděvu a podkladová - fluorescenční plocha $0,80 \text{ m}^2$. Z měření víme, že plocha dospělé bundy tvoří $1,661 \text{ m}^2$, kde 20 % retroreflexního materiálu představuje $0,332 \text{ m}^2$, zatímco u dětské bundičky při ploše $0,892 \text{ m}^2$ by 20 % představovalo pouhých $0,178 \text{ m}^2$. Aby plocha dětské bundičky obsahovala stejné množství retroreflexního materiálu jako u dospělé osoby představovanou 20 % plochy retroreflexního materiálu, musí dětský oděv obsahovat ze svého celku minimálně 37 % retroreflexního materiálu. To představuje téměř o polovinu více potřebného retroreflexního materiálu.

2.1.2 Stanovení variant bund podle průzkumu pro testování

Podle průzkumu provedeného v rešeršní části práce jsme stanovili 8 variant bundiček pro testování. Z toho 4 varianty jsou s kapucí a 4 bez kapuce. Jsou navrhnuté podle současné nabídky trhu. Mají rozdílné velikosti, tvar, umístění na bundě, směr i množství retroreflexního materiálu. Byly použité 3 druhy retroreflexního materiálu. Délková paspule, která se všívá do členění dílů, našívací a nažehlovací retroreflexní fólie.

Do měření jsou zahrnuté také námi navrhnuté dvě dětské bundičky a dvojce doplňky. Celkem 12 variant bundiček a doplňků.

První dvě varianty bund jsou nejpoužívanější u výrobců. Mají statické umístění retroreflexního prvku ve tvaru loga na hrudní části PD bundy a zipu u kapsy a na ZD v dolní části malé oválné vzory v celku nebo členěné. I po sečtení celkové plochy retroreflexního materiálu z obou stran výrobku se hodnotou 9 % ani nepřibližuje minimální hodnotě dětské bundy.

U varianty č. 3 vidíme opět statické prvky na PD a ZD ve tvaru loga a nažehlovaček. U předního dílu máme prvky umístěné šikmě v oblastech loktů - biomotion. Plocha PD se přibližuje k předepsaným 20 % zaplnění retroreflexního materiálu.

Varianta č. 4 využívá kombinaci šikmého, horizontálního a vertikálního směru. U předního dílu 6 % a u ZD 10 % retroreflexního materiálu. I když jsou plochy retroreflexního materiálu malé, v ZD jsou svým umístěním efektní, jak lze vidět později v provedených měřeních, pouze však na kratší vzdálenosti.

Varianty č. 5, 6 a 7 obsahují retroreflexní prvky v kombinacích staticky umístěných na hrudi a biomotion v oblastech rukávů. Retroreflexní prvky se nachází také na různých místech kapuce. U varianty č. 5 a 6 je na rukávu prvek kladen vertikálně a u varianty 7 horizontálně pro otestování rozdílné odrazivosti. Celková plocha u varianty č. 5 se pohybuje kolem 20 % a u variant 6 a 7 dokonce kolem 30 %.

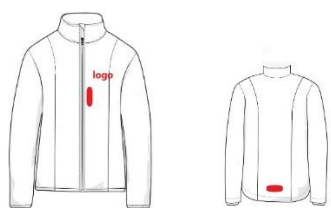
Varianta č. 8 stejně jako u varianty č. 4 má vedené retroreflexní proužky po celé délce rukávu PD, v kombinaci se statickými prvky u ZD. Výsledná plocha prvku je téměř 24 %. Víc jak o polovinu jako u varianty č. 4. Vnímaní celé osoby je mnohem intenzivnější, čehož si lze všimnout u výsledných hodnot měření.

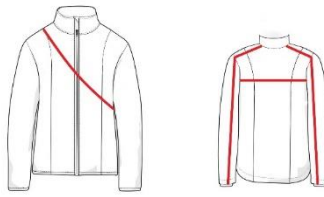
U varianty č. 9 vidíme kombinaci vertikálního a horizontálního vedení prvků u PD i ZD. Vertikální prvky jsou vedené po celé délce dílů. U rukávů, horizontálního vedení prvků, je opět využitý biomotion. Zde je v našem zájmu porovnat, jak se jeví vytvořený dětský vzor retroreflexním materiálem. Jestli a jak ovlivňuje svou funkci zaplnění retroreflexního prvku o stejné velikosti. Zaplnění ovlivňující retroreflexivitu materiálu je předmětem dalšího možného zkoumání jiné diplomové práce.

Varianta č. 10 celkovou plochou retroreflexního materiálu je téměř shodná jako u variant č. 1 a 2. U PD 6 % a ZD 2 % se jeví jako zanedbatelné množství, avšak svým umístěním a vedením kolem celých obvodů průramků a kapuce se stává efektní a osobu zviditelní ze všech stran.

Doplňky č. 11 a 12 se plochou retroreflexního materiálu téměř shodují, avšak vidíme rozdíl u předních dílů. U varianty č. 11 jsou prvky rozmístěny po celé délce pruhu, který je veden šikmě přes hrudník, a u varianty č. 12 jsou to větší okrouhlé vzory nacházející se v horní části hrudě. Jak lze vidět u provedených měření, efektivnější je varianta č. 11.

Tabulka 4: Přehled 8 variant dětských bundiček podle současné nabídky na trhu ČR

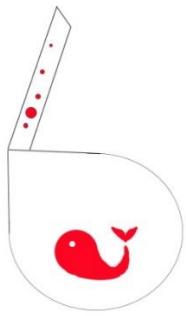
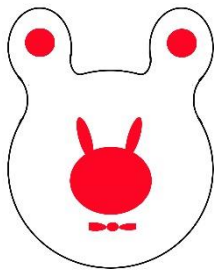
Číslo bundy	Technický náčrtek	Popis retroreflexního prvku	Plocha retroreflexního prvku (m ²) /%
Var.č.1	 PD ZD	PD: Logo na hrudníku, zip kapsy ZD: Ovální vzor v dolní části	PD 0,0452= 5,00% ZD 0,0320=3,60% PD+ZD 0,0772=8,70%
Var.č.2	 PD ZD	PD: Logo na hrudníku ZD: 2x ovální vzor v dolní části	PD 0,0240=2,70% ZD 0,0420=4,70% PD+ZD 0,0660=7,40%

Var.č.3	 PD ZD	PD: Logo na hrudníku, pruhy v oblasti loktů ZD: zajíc v oblasti pravé lopatky, ovální vzor v dolní části	PD 0,1740=19,50% ZD 0,0440=4,90% PD+ZD 0,2180=24,43%
Var.č.4	 PD ZD	PD: Šikmý pruh přes hrudník ZD: Vodorovný pruh přes záda, pásy přes naramenici po celé délce rukávů	PD 0,0530=5,90% ZD 0,0900=10,08% PD+ZD 0,1430=15,98%
Var.č.5	 PD ZD	PD: Logo v hrudní části, pruhy po délce rukávů ZD: Kapuce, ovální vzor v dolním kraji bundy	PD 0,1440=16,14% ZD 0,0495=5,55% PD+ZD 0,1935=21,70%
Var.č.6	 PD ZD	PD: Pás po délce zdrhovadla, přední kapuce, kroužek v dolním kraji a široké pásy v oblastech loktů ZD: vzory v dolním kraji	PD 0,2240=25,1% ZD 0,0670=7,5% PD+ZD 0,2910=32,60%

Var.č.7	 PD ZD	PD: Pás po délce zdrhovadla, přední kapuce, vodorovné široké pásy v dolní části rukávů ZD: Oblast kapuce, dolní kraj bundy	PD 0,2190=24,50% ZD 0,0525=5,90% PD+ZD 0,2715=30,4%
Var.č.8	 PD ZD	PD: Oblast kapuce, pásy přes naramenici po celé délce rukávů ZD: oblast kapuce, šířka zad, dolní kraj	PD 0,1270=14,20% ZD 0,0845=9,50% PD+ZD 0,2115=23,70%

Tabulka 5: Přehled navržených variant dětských bundiček a doplňků

Číslo bundy	Technický náčrtek	Popis retroreflexního prvku	Plocha retroreflexního prvku (m ²) /%
Var.č.9	 PD ZD	PD: Paspule po celé délce dílů, dolní kraj rukávů ZD: Paspule po celé délce dílů, dolní kraj rukávů	PD 0,1350=15,10% ZD 0,1350=15,10% PD+ZD 0,2700=30,20%

Var.č. 10	 PD ZD	PD: Paspule po celém obvodu kapuce, po obvodu průramku ZD: Paspule po obvodu průramků	PD 0,0560=6,30% ZD 0,0210=2,36% PD+ZD 0,0770=8,66%
Var.č. 11		PD: Nažehlovací fólie a nažehlovačky ZD: Dizajn velryby z nažehlovací fólie	PD 0,0860=9,60% ZD 0,3411=38,2% PD+ZD 0,4271=47,80%
Var.č. 12		PD: Nažehlovačky ZD: Dizajn zajička z nažehlovací fólie	PD 0,0540=6,05% ZD 0,3686=41,30% PD+ZD 0,4226=47,4%

2.1.3 Návrh dětských bundiček a doplňků

Po shrnutí výsledků a doporučení dosavadních výzkumů, které se nacházejí v závěru rešeršní části práce, byli navrhnuté dvě ukázkové bundičky a dvojce dětské doplňky. Bundičky a doplňky byli testované spolu s variantami vytvořené podle průzkumu.

Všechny bundičky a prvky byli zhotovené na mechanickém šicím stroji Confidence 7463 pro domácí užití.



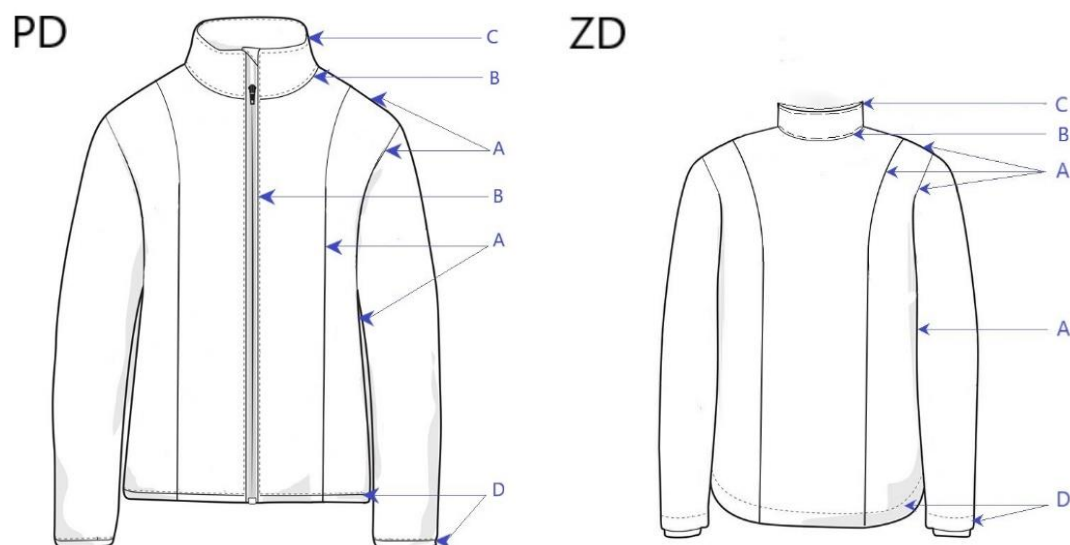
Obrázek 24: Šicí stroj Confidence 7463

Reflexní nažehlovací fólie byla aplikovaná žehličkou v domácích podmínkách. Teplota použitá při aplikaci 130-160 °C, tlak cca 3 kg/cm² po dobu žehlení 10 sec. Po vychladnutí opatrně strhneme ochrannou fólii. Po odstranění ochranné fólie můžeme přezehlovat opatrně s použitím bariérové vrstvy např. papírem nebo kapesníčkem.

2.1.3.1 Dětská bundička Var. č. 9

Bundička označená jako Var. č. 9 má navržené umístění retroreflexních prvků v oblasti pohyblivých částí trupu a po celé délce PD a ZD. Zde jsme využili biomotion. Retroreflexní proužek je navržený z klasické nažehlovací fólie, lehce dostupné na trhu v galantériích. Můžeme vidět, že i z klasického proužku si můžeme lehce zvolit a vyrobit dětské motivy, což je pro zákazníka atraktivnější. Motiv vláčku je veden kolem celého zápěstí. Retroreflexní paspule je vsívaná do členění PD a ZD kolmo po celé délce bundičky.

2.1.3.1.1 Technický náčrt s analýzou švů



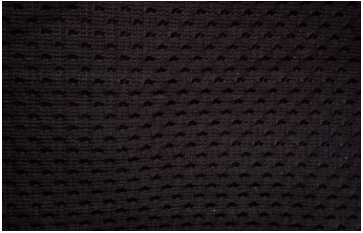
Obrázek 25: Technický náčrt bundy Var.č.9

Tabulka 6: Analýza švů bundy Var.č.9

Značení	Šev	Třída stehu	ISO symbol
A	Jednoduchý hřbetový	1.01.01	
B	Zahnutý přeplátovaný	2.02.01	
C	Dvojitý hřbetový	1.06.02	
D	Zahnutý lemovací	3.03.01	

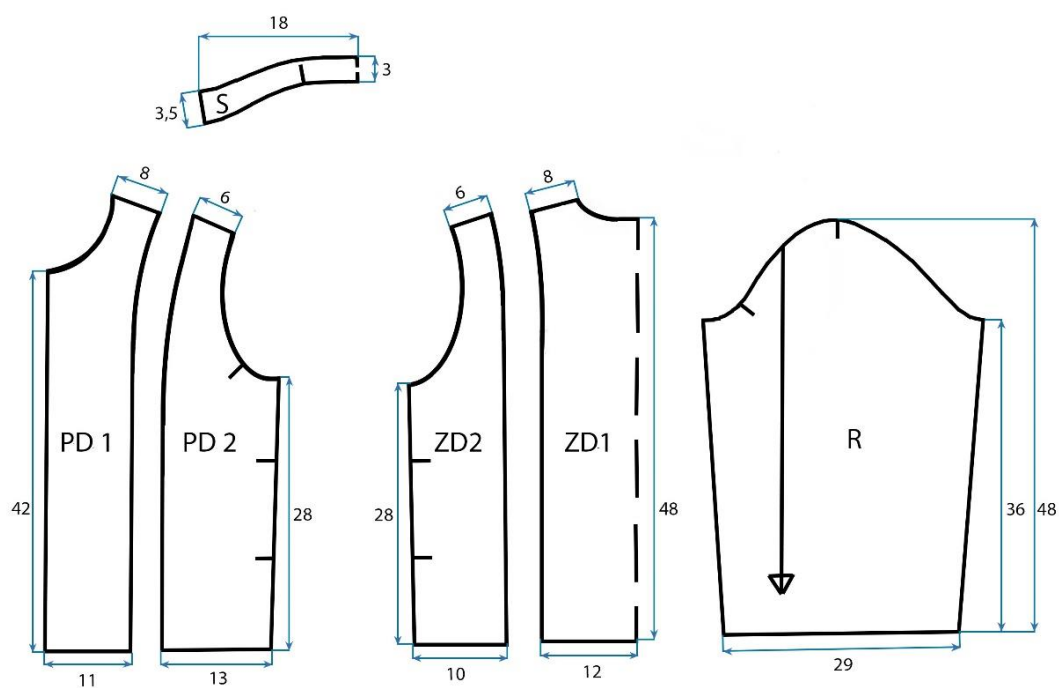
2.1.3.1.2 Materiálová karta

Tabulka 7: Materiálová karta Var.č.9

Vrchový materiál		DIAPLEX-membrána 4-pásmová tkanina 30 g/m ²
Vnitřní materiál		MONDRIAN Ukládání tepla 100 % PES 135 g/m ²
Šicí nit		30 tex x3 100 % PES Modrá
Šicí nit		30 tex x3 100 % PES Zelená
Paspule		100 % PES 10 mm šedá
Retroreflexní fólie		Nažehlovací, stříbrná fólie 65 % polyester, 35 % bavlna 20 mm

Zdrhovadlo		Voděodolný, dělitelný Délka 40 cm modrá
------------	---	---

2.1.3.1.3 Okótované díly bundy



Obrázek 26: Okótované díly bundy Var.č.9 v měřítku 1:10

Tabulka 8: Potřebné díly bundičky Var.č.9

Označení dílu	Název	Počet kusů
PD 1	Přední díl středový	2
PD 2	Přední díl bočný	2
ZD 1	Zadní díl středový	1
ZD 2	Zadní díl bočný	2
S	Stojáček	1
R	Rukáv	2

Na obrázku 26 vidíme okótované díly bundy, k nimž patří tabulka 8. Rozměry jsou uvedené v centimetrech a nezapočítávají švové záložky.



Obrázek 27: Dětská bundička Var. č. 9

2.1.3.1.4 Ekonomické zhodnocení výrobku

Tabulka 9: Ekonomické zhodnocení bundy Var. č. 9

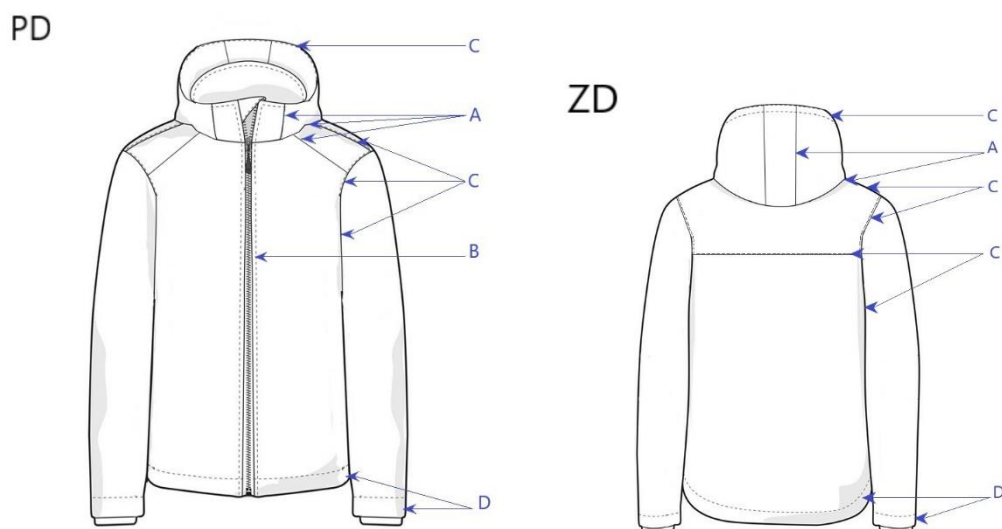
Materiál	Měrná jednotka	Cena za jednotku (Kč)	Množství	Cena (Kč)
Vrchový	m ²	312	0,82	255,84
Vnitřní	m ²	220	0,82	180,4
Reflexní fólie	m	40	0,7	28
Paspule	m	22	1,90	41,8
Modrá šicí nit	m	0,16	4,8	0,77
Zelená šicí nit	m	0,16	1,2	0,19
Zdrhovadlo	ks	45	1	45
Celkem				552

Výrobní cena bundy, po započítání pouhého materiálu, je 552 Kč. Z toho retroreflexní materiál 70 Kč. Detailní popis jednotlivých dílů je v tabulce 9.

2.1.3.2 Dětská bundička Var. č. 10

Varianta č. 10 je navržena s cílem, dosáhnout viditelnost dítěte z každé strany - 360 stupňů. Jde o snahu docílit viditelnost tak, aby objekt byl lehce vnímaný. Ne jako dopravní značení nebo osvětlení na silnici, ale aby bylo lehce rozpoznatelné, že se jedná o člověka. Proto je retroreflexní prvek veden po celém obvodu kapuce a po obou obvodech průramků rukávů. Opět je použitý lehce dostupná retroreflexní paspule, která je všita do švů.

2.1.3.2.1 Technický nákres s analýzou švů



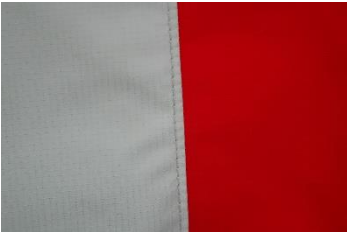
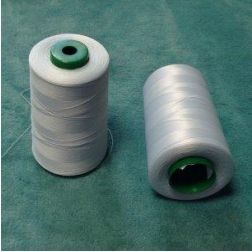
Obrázek 28: Technický nákres bundy Var.č.10

Tabulka 10: Analýza švů bundy Var. č. 10

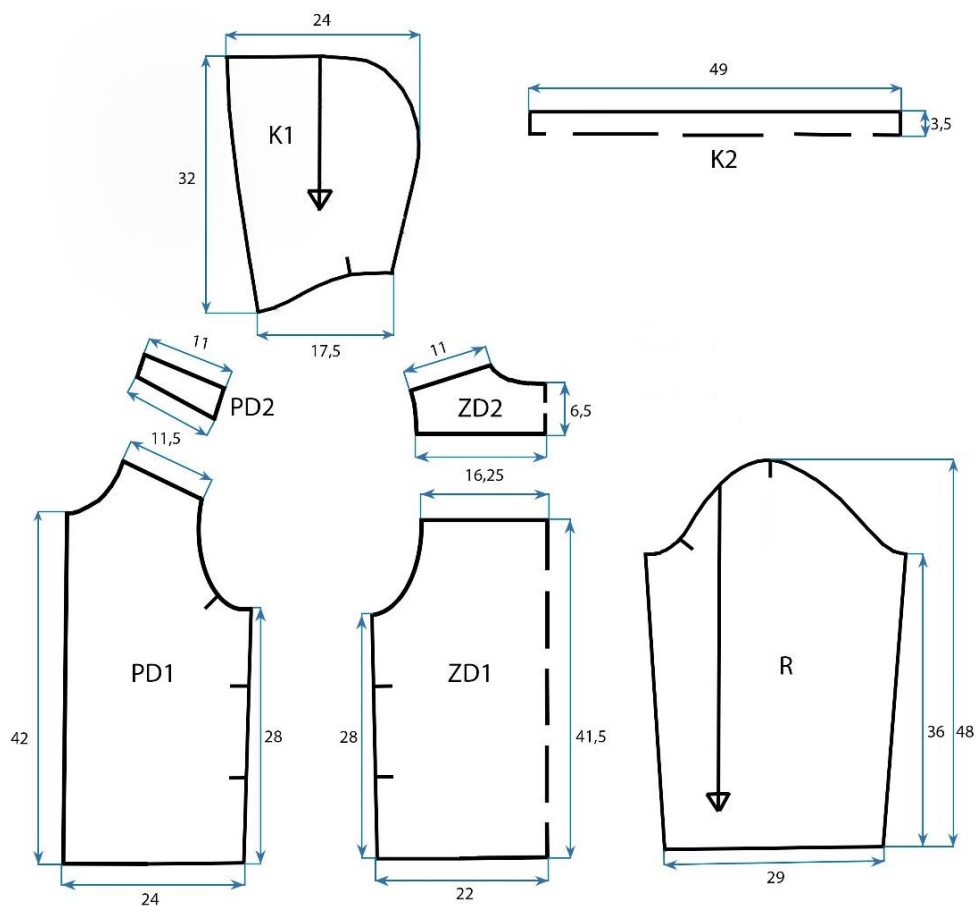
Značení	Šev	Třída stehu	ISO symbol
A	Jednoduchý hřbetový	1.01.01	
B	Zahnutý přeplátovaný	2.02.01	
C	Dvojitý hřbetový	1.06.02	
D	Zahnutý lemovací	3.03.01	

2.1.3.2.2 Materiálová karta

Tabulka 11: Materiálová karta Var. č. 10

Vrchový materiál		DIAPLEX-membrána 4-pásmová tkanina 30 g/m ²
Vnitřní materiál		MONDRIAN Ukládání tepla 100 % PES 135 g/m ²
Šicí nit		30 tex x3 100 % PES šedá
Paspule		100 % PES 10 mm šedá
Zdrhovadlo		Voděodolný, dělitelný Délka 40 cm Šedá

2.1.3.2.3 Okótované díly bundy



Obrázek 29: Okótované díly bundy Var.č.10 v měřítku 1:10

Tabulka 12:Potřebné díly bundičky Var. č. 10

Označení dílu	Název	Počet kusů
PD 1	Přední díl dolní	2
PD 2	Přední díl horní	2
ZD 1	Zadní díl dolní	1
ZD 2	Zadní díl horní	1
R	Rukáv	2
K 1	Kapuce boční	2
K 2	Kapuce středová	1

Na obrázku 29 vidíme okótované díly bundy, k nimž patří tabulka 12. Rozměry jsou uvedené v centimetrech a nezapočítávají švové záložky.



Obrázek 30: Dětská bundička Var.č.10

2.1.3.2.4 Ekonomické zhodnocení výrobku

Tabulka 13: Ekonomické zhodnocení bundy Var. č. 10

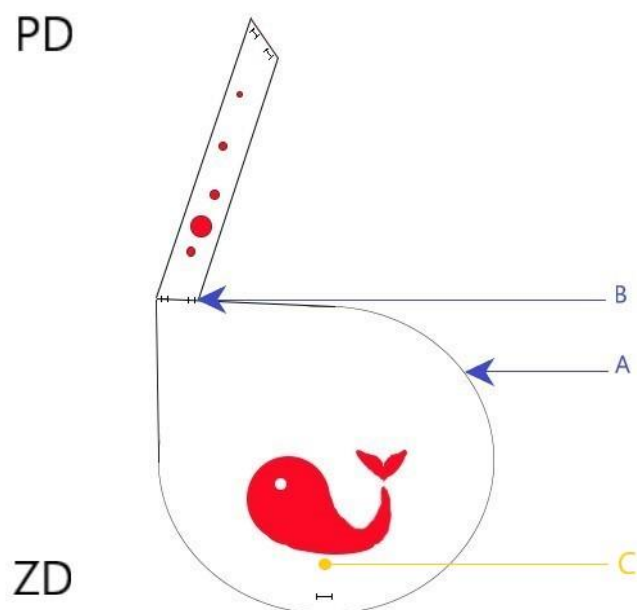
Materiál	Měrná jednotka	Cena za jednotku (Kč)	Množství	Cena (Kč)
Vrchový	m ²	312	0,89	277,7
Vnitřní	m ²	220	0,89	195,8
Paspule	m	22	1,52	33,44
Šeda šicí nit	m	0,16	6,3	1,008
Zdrhovadlo	ks	45	1	45
Celkem				552,94

Výrobní cena bundy, po započítání pouhého materiálu, je 553 Kč. Z toho retroreflexní materiál 33 Kč. Detailní popis jednotlivých dílů je v tabulce 13.

2.1.3.3 Dětský doplněk Var. č. 11

Doplněk označen jako Var. č. 11 je navrhnutý jako samostatný prvek tak, aby byl lehce použitelný pro jakoukoliv bundu. Na bundu se aplikuje pomocí našití knoflíků v oblasti plecnice a bočním kraji bundy podle doporučení. Na PD je veden šikmo přes hrudník a na ZD je prvek volný, který se přichytí opět knoflíkem nebo magnetkou o brož na batoh. Použitý retroreflexní prvky je dětská nažehlovačka a nažehlovací fólie ve tvaru velryby. Uvnitř prvku se nachází magnet, který prvek přichytí k dětské broži (také s magnetem). Doplněk je velice lehký a praktický.

2.1.3.3.1 Technický náčrt s analýzou švů



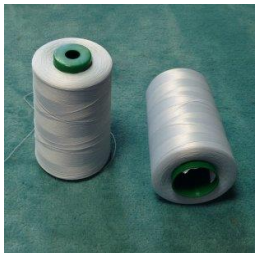
Obrázek 31: Technický náčrt doplňku Var. č. 11

Tabulka 14: Analýza švů doplňku Var. č. 11

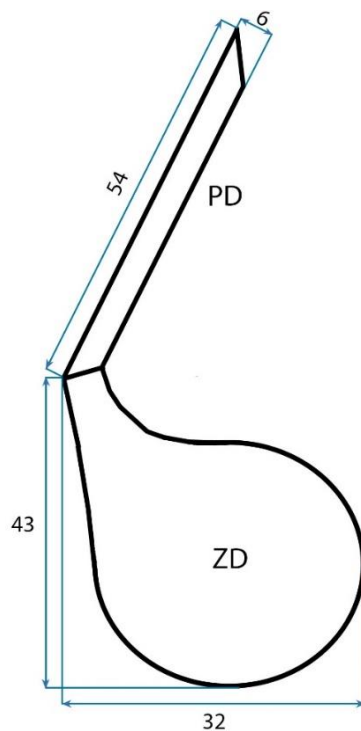
Značení	Šev	Třída stehu	ISO symbol
A	Dvojitý hřbetový	1.06.02	
B	Jednoduchý hřbetový	1.01.01	
Značení		Prvek	
C		magnet	

2.1.3.3.2 Materiálová karta

Tabulka 15: Materiálová karta Var. č. 11

Vrchový materiál		Padákovina 100 % Polyamid 40 g/m ²
Šicí nit		30 tex x3 100 % PES šedá
Retroreflexní fólie		Nažehlovací, stříbrná fólie 65 % polyester, 35 % bavlna 20 mm
+ Retroreflexní dětská nažehlovačka		Vyrobená brož na baťoh obsahující magnet + nažehlovačka

2.1.3.3 Okótované díly doplňku



Obrázek 32: Okótované díly doplňku Var. č. 11 v měřítku 1:10

Tabulka 16: Potřebné díly doplňku Var. č. 11

Označení dílu	Název	Počet kusů
PD	Přední díl	2
ZD	Zadní díl	2

Na obrázku 32 vidíme okótované díly doplňku, k nimž patří tabulka 16. Rozměry jsou uvedené v centimetrech a nezapočítávají švové záložky.



Obrázek 33: Dětský doplněk Var.č.11

2.1.3.4 Ekonomické zhodnocení výrobku

Tabulka 17: Ekonomické zhodnocení doplňku Var. č. 11

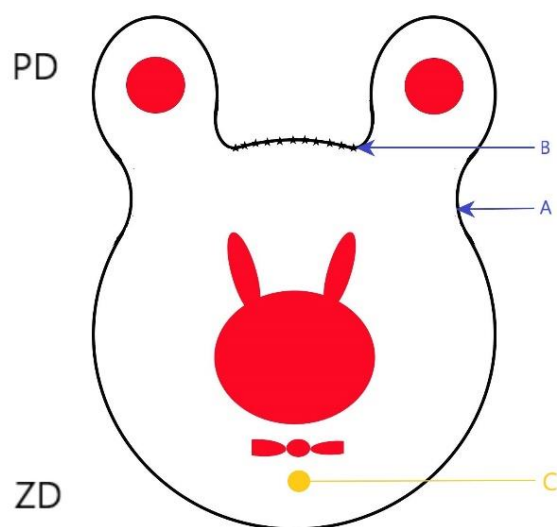
Materiál	Měrná jednotka	Cena za jednotku (Kč)	Množství	Cena (Kč)
Vrchový	m ²	156	0,59	92,04
Retroreflexní fólie	m	40	1,64	65,6
Šeda šicí nit	m	0,16	3,20	0,512
Knoflíky	ks	6	5	30
Brož	ks	58	1	58
Nažehlovačka	ks	40	1	40
Celkem				286,15

Výrobní cena doplňku, po započítání pouhého materiálu, je 286 Kč. Z toho retroreflexní materiál 164 Kč. Detailní popis jednotlivých dílů je v tabulce 17.

2.1.3.4 Dětský doplněk Var. č. 12

Doplněk s označením Var.č.12 má design zajíce. Po průzkumu se ukázalo, že prvek, který je součástí oděvu, je praktičtější a oblíbenější. Doplněk je snímatelný kolem průkrčníku zdrhovadlem. V zadní části je doplněk vyřešen stejně jako Var. č. 11 magnetem. Retroreflexní materiál je nažehlovací fólie a dětské nažehlovačky. Doplněk je lehký a dá se schovat do stojáčku bundy.

2.1.3.4.1 Technický náčrt s analýzou švů



Obrázek 34: Technický náčrt doplňku Var. č. 12

Tabulka 18: Analýza švů doplňku Var. č. 12

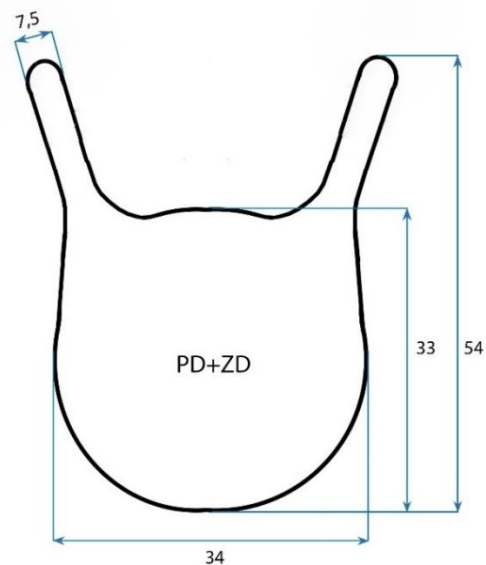
Značení	Šev	Třída stehu	ISO symbol
A	Dvojitý hřbetový	1.06.02	
B	Zahnutý přeplátovaný	2.02.01	
Značení		Prvek	
C		magnet	

2.1.3.4.2 Materiálová karta

Tabulka 19: Materiálová karta Var. č. 12

Vrchový materiál		Padákovina 100 % Polyamid 40 g/m ²
Šicí nit		30 tex x3 100 % PES šedá
Zdrhovadlo		Dělitelné, plastové, kostěné Délka 18 cm šedé
Retroreflexní fólie		Nažehlovací, stříbrná fólie 65 % polyester, 35 % bavlna 20 mm
+ Retroreflexní dětská nažehlovačka		Vyrobená brož na baťoh obsahující magnet + nažehlovačka

2.1.3.4.3 Okótované díly doplňku



Obrázek 35: Okótované díly doplňku Var. č. 12 v měřítku 1:10

Tabulka 20: Potřebné díly doplňku Var. č. 12

Označení dílu	Název	Počet kusů
PD + ZD	Přední díl + Zadní díl	2

Na obrázku 35 vidíme okótované díly doplňku, k nimž patří tabulka 20. Rozměry jsou uvedené v centimetrech a nezapočítávají švové záložky.



Obrázek 36: Dětský doplněk Var. č. 12

2.1.3.4.4 Ekonomické zhodnocení výrobku

Tabulka 21: Ekonomické zhodnocení doplňku Var. č. 12

Materiál	Měrná jednotka	Cena za jednotku (Kč)	Množství	Cena (Kč)
Vrchový	m ²	156	0,60	93,6
Retroreflexní fólie	m	40	1,54	61,6
Šeda šicí nit	m	0,16	3,5	0,56
Zdrhovadlo	ks	38	1	38
Brož	ks	58	1	58
Nažehlovačka	ks	40	1	40
Celkem				291,76

Výrobní cena doplňku, po započítání pouhého materiálu, je 292 Kč. Z toho retroreflexní materiál 160 Kč. Detailní popis jednotlivých dílů je v tabulce 21.

2.2 Reální metody testování a vyhodnocení dětských bund a doplňků

Problematika testování a vyhodnocování retroreflexních prvků na postavě v reálných podmínkách není pořád přesně stanovená. V rešeršní části práce jsme rozebírali vícero způsobů měření a vyhodnocení, jako jsou terénní testy zaznamenané pozorovateli a vyhodnocené dotazníkem, přístrojem změřená odrazivost a vyhodnocená k tomu příslušným softwarem nebo laboratorními testy na změřenou retroreflexivitu prvků. Pro naše testování jsme použili námi dostupné vybavení. Provedli jsme tři různé měření se třemi způsoby vyhodnocování získaných hodnot. Testováno bylo celkem dvanáct variant dětských bundiček a doplňků. Osm variant bundiček s různým umístěním, velikostí a množstvím retroreflexního prvku podle průzkumu, dvě vlastní navržené dětské bundičky podle průzkumu a doporučení, a dvojce vlastní navržené dětské doplňky. Všechny jsou podrobně popsány v kapitole 2.1. První měření bylo uskutečněno začátkem prosince v terénu na Slovensku, ve Vrátnej dolině. Jeho výsledkem jsou histogramy provedené v obrazové analýze NIS-Elements. Druhé měření bylo provedeno v laboratoři

na katedře Textilních technologií v Liberci. Výsledkem jsou získané hodnoty, v odvozených SI jednotkách jasu cd/m^2 . Třetí měření bylo provedeno v terénu v Liberci v průmyslové zóně začátkem dubna. Měření bylo vyhodnoceno pozorovateli a formou dotazníku, čímž jsme získali také subjektivní pohled „řidiče“ a otestovali důležitý nezměřitelný faktor - vnímavost.

2.2.1 První měření vyhodnocované pomocí NIS-Elements

2.2.1.1 Popis podmínek provedeního experimentu testování viditelnosti v reálných podmínkách

První testování bylo uskutečněno začátkem prosince na severu Slovenska ve Vrátnej dolině. Měřilo se za snížené viditelnosti po setmění. Testováno bylo 12 variant bundiček a doplňků ve třech vzdálenostech, dvou typech světél. Vzdálenost na 20 m však byla vyloučena z hodnocení pro ovlivnění výsledků okolím zasněženou silnicí, jak můžeme vidět na obrázku 39.

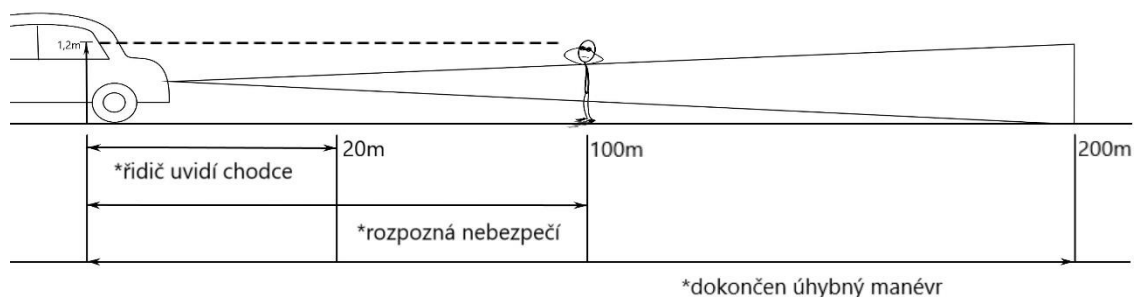
Tabulka 22: Záznam podmínek a použitého vybavení při měření

Automobil	Peugeot 307 CC Cabrio Xenonové světlomety
Typy světél	Potkávací/dálkové
Fotoaparát	Nikon D70
Objektiv	AF-S-NIKKOR 70-300 mm
Stativ	Výška 1,20 m
Formát fotografie	RAW, 1/50 s f/5,6 300 mm
Luxmetr	Minolta IT1, typ A
Výška měřené postavy-figuríny	1,16 m
Pásma	VRC PRO pásmo 50 m
Vzdálenosti	200, 100, 20 m
Viditelnostní podmínky	Jasná obloha bez pouličního osvětlení (0,005 lx) Specifikum: zasněžená silnice - extrémní bílé pozadí ovlivnilo výsledky na 20 m. Výsledky byli vyřazené.

Získané informace a údaje byli naměřené na základě tabulky 23 podle situace zobrazené na obrázku 37, za pomoci použitého vybavení popsané v tabulce 22.

Tabulka 23: Varianty testování viditelnosti

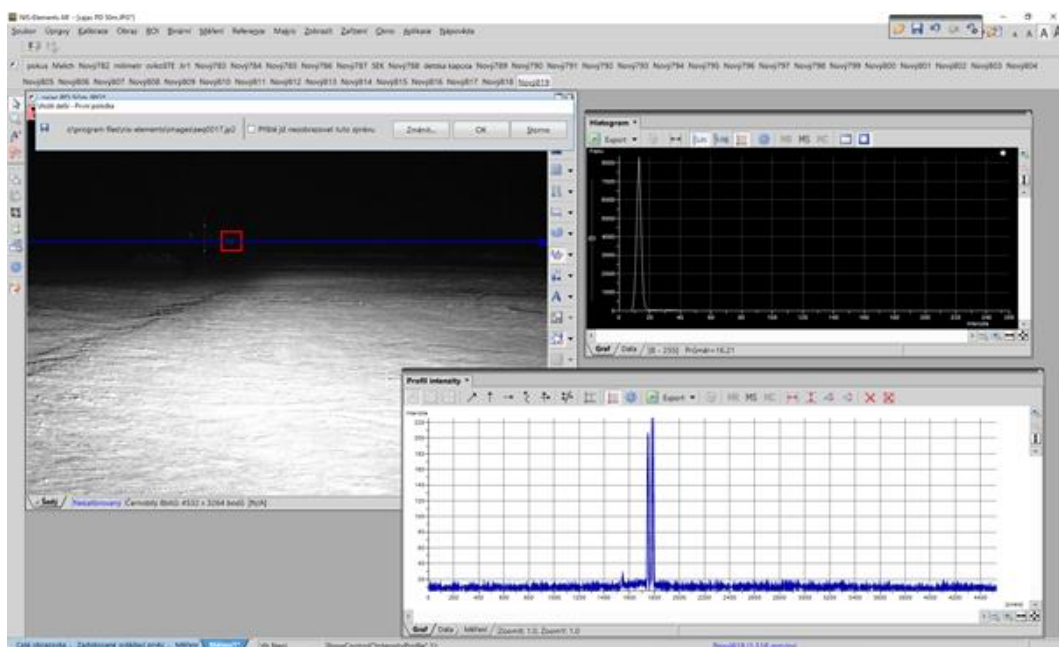
Viditelnostní podmínky	Varianta bund a doplňků	Vzdálenost (m)	Typ světel	Strana výrobku
Jasná obloha bez pouličního osvětlení (0,005 lx)	Var.č.1-12	200	Potkávací	PD
				ZD
			Dálkové	PD
				ZD
		100	Potkávací	PD
				ZD
			Dálkové	PD
				ZD
		20	Potkávací	PD
				ZD
			Dálkové	PD
				ZD



Obrázek 37: Náskres experimentu

2.2.1.2 Práce v NIS-Elements a výsledné hodnoty experimentu

Po provedení experimentu jsme získali fotografie, které se následně vyhodnocovaly v softwaru obrazové analýzy NIS-Elements. Fotografie jsme převedli do šedého obrazu pro lepší kontrast. Pro kalibraci v programu jsme si vyrobili měřítko o délce 1 m, které se nacházelo vždy vedle figuríny. Získávali jsme tzv. jasový histogram, který nás informuje o světlosti a tmavosti fotografie v bodech. Graf zobrazuje stupnici od 0 do 255 bodů, přičemž každý sloupec znázorňuje určitý světelný bod. Vybráním objektu u každé varianty, každé vzdálenosti a strany výrobku nám vyšel histogram. Jeho hodnoty jsme následně porovnávali. Na obrázku číslo 38 můžeme vidět ukázkou práce v programu obrazové analýzy.



Obrázek 38: Ukázka uživatelského programu NIS-Elements histogramu a profilu intenzity

Výsledné hodnoty experimentu provedené v obrazové analýze, podle čísla variant, můžeme vidět následně v tabulce 25. Pro lepší porovnání zde bylo provedeno měření samostatně figuríny bez bundičky nebo retroreflexního prvku. Výsledné hodnoty můžeme vidět v tabulce 24. U foto-ukázky je zobrazený objekt jen u potkávacích světél z důvodů velikosti a množství provedených fotografií. Důvodem výběru je i fakt, že dálkové světla jsou ve městech zakázána a povinné jsou jenom na silnici bez osvětlení.

Tabulka 24: Ukázka měření bez retroreflexního prvku na figuríně

Vzdálenost	Foto-ukázka u potkávacích světel	Typ světel	Strana výrobku	Průměr (body)
Bez bundy nebo retroreflexního prvku				
200 m		Potkávací	PD	7,23
			ZD	7,92
		Dálkové	PD	13,87
			ZD	14,65
100 m		Potkávací	PD	10,84
			ZD	11,02
		Dálkové	PD	19,62
			ZD	20,98
Plocha retroreflexního materiálu: PD= 0, ZD= 0				

Tabulka 25: Výsledné hodnoty experimentu Var.č.1-12

Vzdálenost	Foto-ukázka u potkávacích světél	Typ světél	Strana výrobku	Průměr (body)	Plocha prvku (%)
Var.č.1					
200 m		Potkávací	PD	9,3	0,00
			ZD	8,43	0,00
		Dálkové	PD	15,39	2,30
			ZD	26,27	2,54
100 m		Potkávací	PD	13,35	0,67
			ZD	14,12	0,91
		Dálkové	PD	29,07	0,95
			ZD	33,13	0,88

Var.č.2						
200 m		Potkávací	PD	9,11	0,00	
			ZD	9,43	0,83	
		Dálkové	PD	14,62	0,76	
			ZD	22,84	3,95	
100 m		Potkávací	PD	13,59	0,51	
			ZD	13,95	1,27	
		Dálkové	PD	28,24	0,44	
			ZD	33,2	1,23	
Var.č.3						
200 m		Potkávací	PD	10,65	0,94	
			ZD	10,78	1,04	
		Dálkové	PD	28,05	4,88	
			ZD	22,57	5,37	
100 m		Potkávací	PD	14,31	1,87	
			ZD	14,25	0,78	
		Dálkové	PD	32,25	2,44	
			ZD	33,56	1,34	
Var.č.4						
200 m		Potkávací	PD	10,02	1,46	
			ZD	10	4,56	
		Dálkové	PD	14,74	2,11	
			ZD	32,91	13,61	
100 m		Potkávací	PD	17,38	2,53	
			ZD	18,82	5,11	
		Dálkové	PD	22,34	1,72	
			ZD	39,83	7,81	

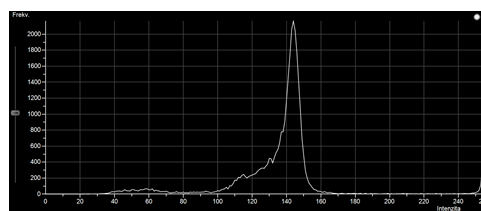
Var.č.5					
200 m		Potkávací	PD	9,22	0,69
			ZD	9,38	1,07
		Dálkové	PD	25,91	8,05
			ZD	22,44	3,46
100 m		Potkávací	PD	14,90	1,65
			ZD	13,19	1,08
		Dálkové	PD	33,21	2,91
			ZD	33,79	1,63
Var.č.6					
200 m		Potkávací	PD	10,23	4,22
			ZD	10,65	0,00
		Dálkové	PD	26,19	7,63
			ZD	25,38	3,67
100 m		Potkávací	PD	17,98	0,63
			ZD	16,18	1,40
		Dálkové	PD	33,12	4,11
			ZD	32,82	0,91
Var.č.7					
200 m		Potkávací	PD	10,20	3,33
			ZD	10,65	0,00
		Dálkové	PD	23,76	5,89
			ZD	23,99	3,31
100 m		Potkávací	PD	18,5	3,67
			ZD	15,15	1,89
		Dálkové	PD	32,85	3,33
			ZD	32,73	1,17

Var.č.8						
200 m		Potkávací	PD	9,68	2,28	
			ZD	9,53	0,00	
		Dálkové	PD	25,24	12,24	
			ZD	22,55	6,03	
100 m		Potkávací	PD	18	5,83	
			ZD	17,04	3,60	
		Dálkové	PD	44,23	10,30	
			ZD	37,96	4,58	
Var.č.9						
200 m		Potkávací	PD	12,63	10,19	
			ZD	12,46	8,15	
		Dálkové	PD	23,91	13,11	
			ZD	19,64	13,02	
100 m		Potkávací	PD	17,32	7,20	
			ZD	21,01	5,01	
		Dálkové	PD	34,95	10,00	
			ZD	36,43	10,03	
Var.č.10						
200 m		Potkávací	PD	12,7	9,48	
			ZD	12,57	7,21	
			BD	11,65	-	
		Dálkové	PD	17,54	9,28	
			ZD	16,91	5,09	
			BD	15,98	-	

100 m		Potkávací	PD	17,33	7,45
			ZD	14,65	3,71
			BD	14,36	-
		Dálkové	PD	30,64	6,92
			ZD	27,15	4,95
			BD	22,21	-
Var.č.11					
200 m		Potkávací	PD	12,11	4,63
			ZD	11,94	10,00
		Dálkové	PD	17,43	10,97
			ZD	18,32	11,13
100 m		Potkávací	PD	16,32	3,09
			ZD	19,23	5,82
		Dálkové	PD	22,51	4,32
			ZD	31,08	6,09
Var.č.12					
200 m		Potkávací	PD	9,08	0,92
			ZD	14,96	11,48
		Dálkové	PD	17,46	3,10
			ZD	16,33	9,76
100 m		Potkávací	PD	12,30	1,79
			ZD	21,42	6,18
		Dálkové	PD	20,03	2,08
			ZD	31,65	9,18



Průměr: 137,27



Obrázek 39: Ukázka měření na vzdálenost 20m a ovlivnění průměrné hodnoty

Všechny grafy a fotografie z provedeného experimentu jsou dostupné na CD disku vloženého do práce.

2.2.1.3 Shrnutí výsledků prvního provedeného experimentu

Výsledkem experimentů je shrnutí a ukázka, která varianta výrobku je nejefektivnější pro viditelnost dítěte na silnici. Z experimentu můžeme vyhodnotit nejen nejlepší variantu bundiček a doplňku ale také nejlepší variantu předního a zadního dílu výrobku. Mezi nejlepší výsledky u potkávacích světél na 200 a 100 m u ZD výrobku patří doplněk Var. č. 12 (zajíc). PD na 200 m je bundička Var. č. 9 (prvky v dolním kraji rukávů a paspule po celé délce dílů) a na 100 m bundička Var. č. 7 (prvky v dolním kraji rukávů, zdrhovadla a kapuce). Zde jsou retroreflexní prvky vedené hlavně v oblastech, pohyblivých částech těla. Mezi nejhorší výsledky patřili bundičky Var. č. 1 (prvky na hrudníku logo a kapsa, a v dolním kraji zadního dílu) a 2 (prvky na hrudníku logo a zdvojený v dolním kraji zadního dílu). U potkávacích světél tedy nejlépe obstály námi navržené bundičky a doplňky. Naopak nejhůř obstály bundičky, které podle průzkumu představují současnou nabídku na trhu. U dálkových světél jsou výsledky různorodé. Nejlepší výsledky u obou vzdáleností u ZD má bundička Var. č. 4 (prvky na celé délce rukávů a přes záda), která má retroreflexní prvek po celé délce rukávu. U PD jsou to bundy Var. č. 3 (prvky na rukávech a logo) a 8 (prvky po celé délce rukávů a kapuce), kde jsou retroreflexní prvky opět po celé délce rukávu a v oblastech loktů.

Výsledné hodnoty získané z provedených fotografií a vyhodnocené z jasových histogramů jsou pouze orientačními hodnotami. Výsledky jsou lehce ovlivnitelné vícerymi faktory při pořizování snímků. Jako například mírně pootočené figuríny, čím se mění odrazivost prvků, bočních rušivých světél, které mohou snímku zesvětlit, jako jsou projíždějící automobily, nebo mírně pozměněné pozadí snímky. I když byla snaha dodržet

stejně podmínky měření u všech variant, po dlouhou dobu měření cca. 2-3 hodin, přece jen došlo k malým odchylkám, které ovlivnili výsledky. Abychom získali, co nejobjektivnější výsledky, provedli jsme další laboratorní měření a vyhodnocení formou pozorovatelů a dotazníků, které jsou popsány v následujících kapitolách práce.

2.2.2 Laboratorní měření retroreflexních prvků, bundiček a doplňků

2.2.2.1 Popis podmínek laboratorního testování

Druhé měření bylo provedené v laboratoři na katedře Textilních technologií v Liberci. Výsledkem jsou získané hodnoty v odvozených SI jednotkách jasů cd/m^2 . Měřilo se na figuríně v zatměné místnosti, na vzdálenost 5 m. Mimo naměřených 12 variant dětských bundiček a doplňků byly testovány i vzorníky s různými druhy retroreflexních materiálů vyobrazené v tabulce 28. Varianty byly měřeny za pomoci přístroje SpectroScan 740, který poskytuje vysokou flexibilitu s nejvyšší přesností naměřených údajů. Je to jediný přístroj ve své třídě, který dokáže naměřit zářivost, osvětlení, světelný tok, lumeny a zářivou intenzitu změnou příslušenství. Byl použitý vlastní světelný zdroj, kterým byla figurína osvětlená.

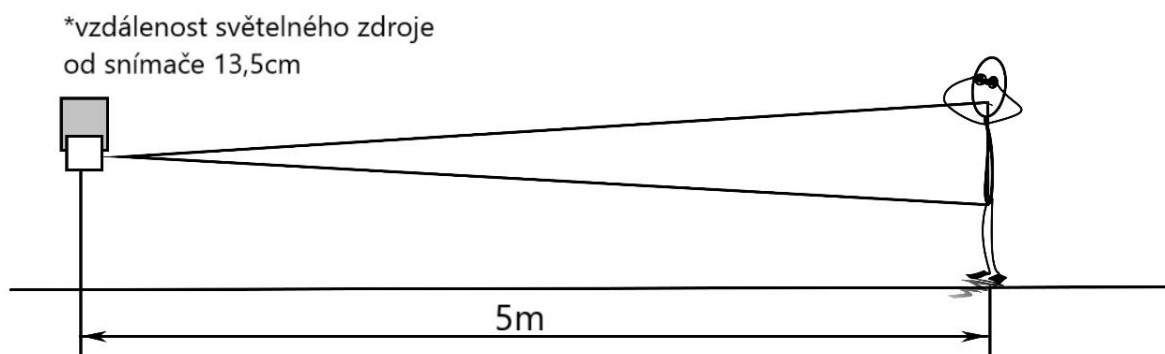
Tabulka 26: Záznam podmínek a použitého vybavení při měření

Světelný zdroj	halogenová zářivka dopadající světlo na objekt 261 lx
SpectroScan 740	Snímač
Objektiv	MS 75
Fotoaparát	Nikon D70
Objektiv	AF-S-NIKKOR 70-300 mm
Stativ	Výška 1,20 m
Formát fotografie	RAW, 1/100 s f/11 102 mm
Luxmetr	Minolta IT1, typ A
Výška měřené postavy-figuríny	1,16 m
Pásma	VRC PRO pásma 50 m
Vzdálenosti	5 m
Viditelnostní podmínky	Zatměná místnost - úplná tma

Získané informace a údaje byly naměřené na základě tabulky 27 a podle situace zobrazené na obrázku 40, za pomoci použitého vybavení popsané v tabulce 26. Na obrázku 41 jsou vyobrazené měřicí přístroje a jejich umístění. Zprava fotoaparát, světelný zdroj, snímač SpectroScan a luxmetr.

Tabulka 27: Varianty testování viditelnosti

Viditelnostní podmínky	Varianta bund a doplňků	Vzdálenost (m)	Strana výrobku
Zatemněná místnost- úplná tma	Var.č. 1-12 + vzorníky (tab. 28)	5	PD
			ZD



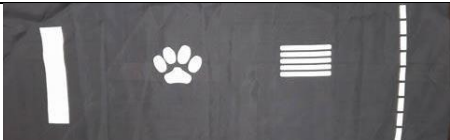
Obrázek 40: Náskres experimentu



Obrázek 41: Použité měřicí přístroje

Do měření byli zahrnuté také vzorníky pro porovnání typu prvku, vliv velikosti prvku a jejich směr na odrazivost, které jsou popsány v tabulce 28.

Tabulka 28: Vzorníky použité při laboratorním měření

Číslo vzorníku	Ukázka vzorníku	Rozměry (cm)	Popis
Vz.č.1	 A - B - C 	A=8x3 B=0,5x10 C=10x5	A = reflexní samonavíjecí pásek B = paspule C = našívací proužek (vodorovná poloha)
Vz.č.2	 D - E - F 	D= r =2,5 E=10x10 F=5x5	D, E, F = našívací proužek (svislá poloha)
Vz.č.3	 G - H - I - J 	G=2x10 H=5x4 I=3x5 J=0,5x19	G, H, I, J = nažehlovací fólie

2.2.2.2 Výsledné hodnoty experimentu naměřené pomocí SpectroScan

Výsledné hodnoty měření za pomoci SpectroScanu podle čísla variant jsou znázorněné v tabulce 29. Snímané byli jednotlivé body na retroreflexních prvců umístěné

na výrobku, které jsou v tabulce popsány. Zde vidíme, jak ovlivňuje odrazivost velikost prvku, jeho směr a umístění. Výsledné hodnoty vzorníků jsou popsány v tabulce 30.

Tabulka 29: Výsledné hodnoty experimentu Var.č.1-12

Číslo varianty	Foto-ukázka		Strana výrobku	Bod snímání / výsledné hodnoty (cd/m ²)
Var.č.1	 		PD	Logo=3560 Proužek=4692 Podklad=77,2
			ZD	Proužek=3655 Podklad=57,67
Var.č.2	 		PD	Logo=3560
			ZD	Malý proužek=3234 Veliký proužek=3655

Var.č.3			PD	Logo=3560 Pravý pruh=1699 Levý pruh=2693
			ZD	Zajíc=3226 Dolní pruh=3655
Var.č.4			PD	Šerpa horní=968,2 Šerpa dolní=1665 Podklad=69,67
			ZD	Střední proužek=970,3 Podklad=57,02 Rukáv levý=629,9 Rukáv pravý=275,8
Var.č.5			PD	Logo=3560 Rukáv levý=1675 Rukáv pravý=750,45

		ZD	Kapuce=410 Dolní proužek=2960
Var.č.6	 	PD	Středový =982 Kapuce=1063 Dolní kruh=3230 Rukáv levý=1675 Rukáv pravý=750,45
		ZD	Spodní=638 Šikmý levý=3366 Šikmý pravý=3465
Var.č.7		PD	Středový =982 Kapuce=1063 Rukáv levý=862,8 Rukáv pravý=509,4

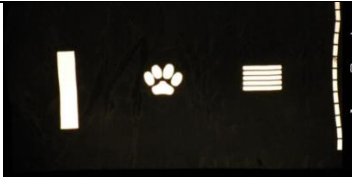
		ZD	Kapuce=410 Spodní=63,8 Šikmý levý=3366 Šikmý pravý=3465
Var.č.8		PD	Kapuce=612 Rukáv levý=448 Rukáv pravý=596,5
		ZD	Kapuce=614,76 Středový pruh=1076 Pravý prvek=596,5 Levý prvek=448
Var.č.9		PD	Podklad modrý=20,87 Podklad žlutý=36,71 Proužek levý=880 Proužek pravý=633,6 Rukáv pravý=148,81 Rukáv levý=248,81

		ZD	Proužek levý=2850 Proužek pravý=1976 Rukáv pravý=281,7 Rukáv levý=282,8
Var.č.10	 	PD	Kapuce=889,3 Rukáv levý=1639 Rukáv pravý=1449
		ZD	Kapuce=1074 Rukáv levý=1969 Rukáv pravý=1347 Podklad šedý=89,89 Podklad červený=34,30
		BD	Kapuce=806,6 Rukáv=1167
Var.č.11		PD	Podklad=68,84 Horní pruh=3070 Okolí ryby=3690 Dolní pruh=2622

		ZD	Podklad=69,24 Chvost ryby=3495
Var.č.12	 	PD	Nažehlovačka=2554 Zajíc fólie= 3042
		ZD	Ucho=3748 Pokrčená fólie=2813 Motýlek=2951

Tabulka 30: Výsledné hodnoty experimentu u vzorníků 1-3

Číslo vzorníku	Foto-ukázka	Písmene označení výrobku	Výslední hodnoty (cd/m ²)
Vz.č.1		A	4905
		B	1173
		C	2270
Vz.č.2		D	3681
		E	2929
		F	2444

Vz.č.3		G	2690
		H	3149
		I	2302
		J	755,9

2.2.2.3 Shrnutí výsledků laboratorního experimentu

Shrnutím experimentu můžeme zhodnotit, který z retroreflexních prvků, jakým směrem a na jaké části těla měly nejlepší a nejhorší odrazivost. Lze vyhodnotit, který z použitých materiálů je nejefektivnější pro viditelnost. Jestli už jde o podkladový nebo retroreflexní materiál. U Var. č. 12 můžeme vidět, jak ovlivňuje pokrčený materiál odrazivou schopnost retroreflexního proužku.

Nejvhodnější podkladový materiál je šedý Dialpex nebo padákovina, použitá u doplňků. Nejhorší je modrý Diaplex. Odrazová schopnost prvků se pohybovala cca. 2500-3000 cd/m^2 . Nejvyšší odrazivou schopnost má A = reflexní samonavíjecí pásek u vzorníku č. 1. až 4905 cd/m^2 . Paspule se pohybují okolo 1170 cd/m^2 . Samozřejmě se potvrdilo, že čím větší retroreflexní prvek máme, tím je odrazivost silnější. Nejlepší odrazivost z obou stran mněla Var. č. 11 a 12 cca. 3070-3748 cd/m^2 . Co se týče směru retroreflexních prvků nejlepší odrazivost má šikmý směr prvku 3465 cd/m^2 . Nejhorší jsou tenké proužky u Var. č. 4 nebo umístění na rukách u Var. č. 5 a 6. Zde je odrazová schopnost od 600-900 cd/m^2 a 800-1600 cd/m^2 . U Var. č. 10 jsou použité paspule všívané do průramků a kapuce. Jejich odrazivá schopnost se pohybuje 1200-2000 cd/m^2 , což je na vedení jejich směru posouzeno jako velmi dobrý výsledek.

2.2.3 Třetí měření vyhodnocené formou dotazníku z pohledu „řidiče“

2.2.3.1 Popis podmínek provedení experimentu testování viditelnosti v reálných podmínkách

Třetí měření bylo provedeno začátkem dubna v terénu v Liberci v průmyslové zóně. Výsledkem jsou fotografie a hodnocení z dotazníků. Při měření se nacházeli dvě osoby, které zapisovali do vyhotoveného dotazníky své postřehy a hodnotili na stupnici od 0 do 4 vnímanou viditelnost výrobků. Přičemž 0 je hodnocení pro neviditelnou postavu a 4 je hodnocení pro výborně viditelnou postavu. Měření pak bylo vyhodnoceno zpracováním dotazníků, čímž jsme získali subjektivní pohled „řidiče“ a otestovali důležitý nezměřitelný faktor - vnímavost. Pozorovatelé, i když měli zrakovou vadu, měli

při experimentu brýle, aby měli zrak podle předpisu při řízení automobilu v 100 % stavu. Opět bylo nasimulováno 12 variant dětských bundiček a doplňků na vzdálenosti 50 a 100 m. Měření na 200 m nebylo provedeno z nedostatku času na experiment a výběrem krátkého osvětleného terénu. Po změření na 100 m většina variant nebyla vidět nebo byla vidět jenom částečně. Pro přesnější vyhodnocení doporučujeme provést měření i na 200 m. Měření se neopakovalo i z důvodu, že řidič už na 100 m rozpoznává objekt na silnici.

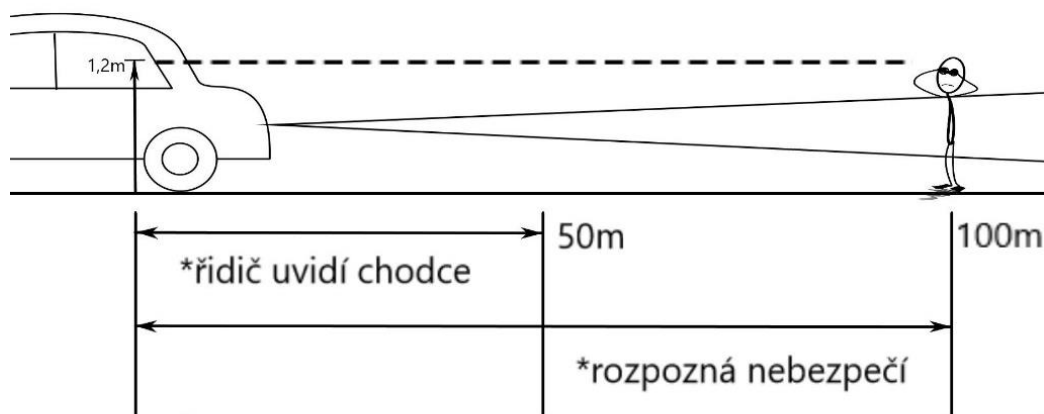
Tabulka 31: Záznam podmínek a použitého vybavení při měření

Automobil	Peugeot 307 CC Cabrio Xenonové světlomety
Typy světel	Potkávací/dálkové
Fotoaparát	Nikon D70
Objektiv	AF-S-NIKKOR 70-300 mm
Stativ	Výška 1,20 m
Formát fotografie	RAW, 1/50 s f/5,6 300 mm
Luxmetr	Minolta IT1, typ A
Výška měřené postavy-figuríny	1,16 m
Pásma	VRC PRO pásma 50 m
Vzdálenosti	100, 50 m
Viditelnostní podmínky	Jasná obloha s pouličním osvětlením (10,6 lx)
SpectroScan 740	Snímač
Objektiv	MS 75

Získané informace a údaje byly naměřené na základě tabulky 32 podle situace zobrazené na obrázku 42. Na obrázku 43 jsou vyobrazené měřicí přístroje a jejich umístění v terénu. Zprava fotografie terénu, měřicí přístroje v terénu a luxmetr.

Tabulka 32: Varianty testování viditelnosti

Viditelnostní podmínky	Varianta bund a doplňků	Vzdálenost (m)	Typ světél	Strana výrobku
Jasná obloha s pouličním osvětlením (10,6 lx)	Var. č. 1-12	100	Potkávací	PD
				ZD
			Dálkové	PD
				ZD
		50	Potkávací	PD
				ZD
			Dálkové	PD
				ZD



Obrázek 42: Náskres experimentu



Obrázek 43: Ukázka použitých měřicích přístrojů a umístění v terénu

2.2.3.2 Výsledné hodnoty experimentu provedeného v terénu

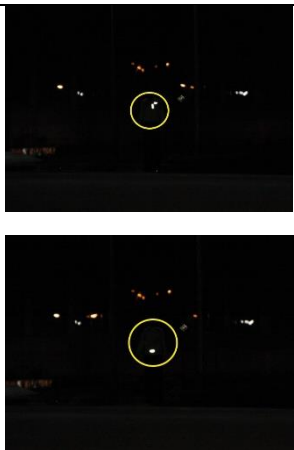
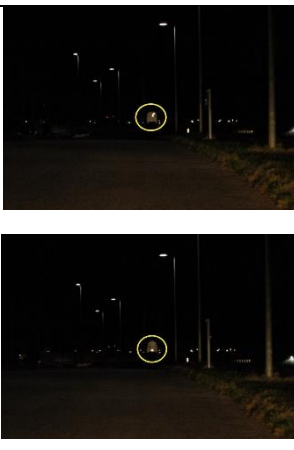
Pro vyhodnocení pozorovaného objektu, v našem případě figuríny s dvanácti varianty vyhotovených dětských bundiček a doplňků, jsme navrhli dotazník s hodnotící škálou od 0 do 4 se slovním komentářem. Hodnotící stupnici můžeme vidět v tabulce 33.

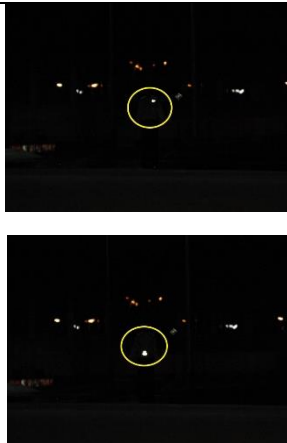
Tabulka 33: Hodnotící číselná stupnice

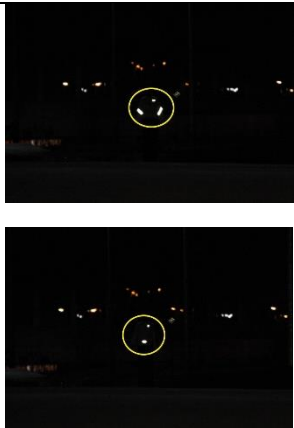
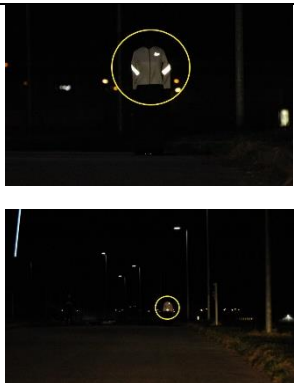
Viditelnost postavy	Číselné hodnocení
Neviditelná	0
Slabě viditelná	1
Viditelná	2
Dobře viditelná	3
Výborně viditelná	4

Pozorovatel kromě číselného hodnocení, opisuje situaci, kterou má před sebou a pozoruje tzv. očima „řidiče“. Vnímá postavu jako celek a jestli ji identifikuje jako člověka. Také zaznamenává, kterou část oděvu zpozoroval okamžitě a která se mu ztrácí v rušivém okolí, pouličního osvětlení a jiných světél a odlesků.

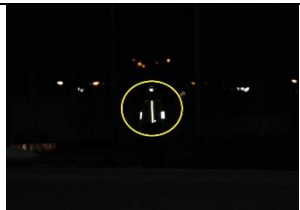
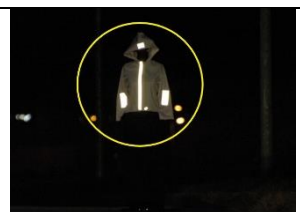
Tabulka 34: Výsledné hodnoty experimentu Var.č.1-12

Vzdálenost	Foto-ukázka u potkávacích světél	Typ světél	Strana výrobku	Číselné hodnocení	Slovný komentář
Var.č.1					
100 m		Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	1	-slévá se s pozadím, stejný problém u všech pohledech
			ZD	1	-slabě viditelná tečka
Viditelnost bundy je kritická jak z PD tak i ZD. U potkávacích světél na vzdálenost 100 m není objekt vůbec vidět. U dálkových světél jsou prvky slabě viditelné jenom jako malé tečky, které se slévají s okolím. Přítomnost postavy není vůbec registrovaná.					
50 m		Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	2	-logo se slévá s prvkem na hrudi v jeden celek a působí jako malá tečka
			ZD	2	-viditelná tečka, která se ztrácí v pouličním osvětlení
U potkávacích světél na vzdálenost 50 m je vidět spíše podkladový materiál bundy jako samotné retroreflexní prvky. U dálkových světél PD bundy logo spolu s prvkem se slévají v celek a působí jako malá tečka. U ZD se také retroreflexní prvek ztrácí v okolí světél a pouličního osvětlení.					

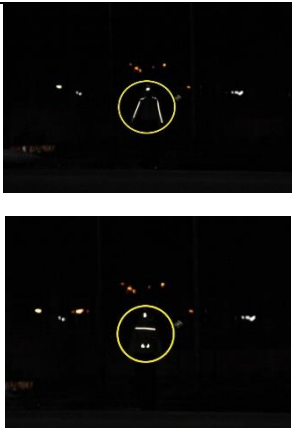
Var.č.2					
100 m		Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	1	-slabě viditelná tečka, nerozeznatelná postava
			ZD	2	-viditelná tečka, silnější jako pouliční osvětlení
Viditelnost bundy u potkávacích světél na vzdálenost 100 m je kritická. PD a ZD není vůbec vidět. Přítomnost postavy není vnímaná ani u dálkových světél. Retroreflexní prvky zářít vidíme jen jako tečky, avšak opět se nám jeví jako pouliční osvětlení.					
50 m		Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	1	-nepatrná malá tečka, která se jeví jako pouliční osvětlení
		Dálkové	PD	2	-viditelná tečka, pokladový materiál je také dobře vnímatelný
			ZD	2	-slévá se v jeden celek a je dobře viditelný, avšak není rozpoznatelná postava
U potkávacích světél je opět více vnímatelný podkladový materiál, a ne retroreflexní prvky. PD není vidět vůbec a na ZD je jen malá tečka. U dálkových světél jsou retroreflexní prvky vidět lépe jako větší tečky, avšak přítomnost postavy to nezlepšuje.					

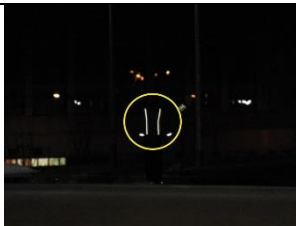
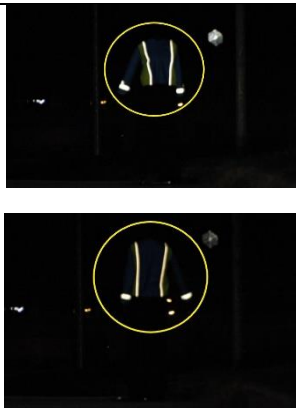
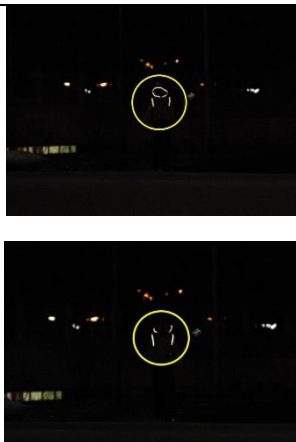
Var.č.3					
100 m		Potkávací	PD	1	-slabě viditelné tečky, rukávy jsou se stálým odleskem
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	3	-výraznější rukávy, hrudník je zanedbatelný
			ZD	2	-jsou vidět tečky
Na vzdálenost 100 m u potkávacích světél je PD vidět lépe jako ZD bundy. Všechny prvky jsou opět jen malé tečky, avšak rukávy jsou vidět, jako stály odlesk. Při dálkových světlech jsou rukávy na PD výraznější jako hrudník. Vnímání postavy pořád není dobré, ale prvky umístěné v oblastech rukávů upoutávají pozornost pozorovatele.					
50 m		Potkávací	PD	2	-dobře viditelné rukávy, šikmé vedení evokuje postavu na silnici, prvek na hrudi je jen malá tečka
			ZD	1	-viditelné tečky, které se jeví jako pouliční osvětlení
		Dálkové	PD	4	-výborně viditelné především rukávy
			ZD	3	-dobře viditelné tečky, podkladový materiál je výrazný
U potkávacích světél je PD bundy dobře viditelný a šikmé vedení retroreflexního materiálu na rukávech upozorňují na přítomnost osoby na silnici. Prvek v oblasti hrudníku je však jenom svítící tečka. U dálkových světél zpozorujeme celou postavu s výraznými prvky na PD bundy. Podkladový materiál je také skvěle vnímatelný.					

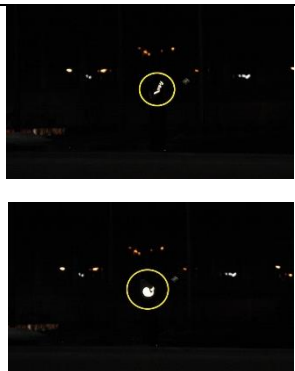
Var.č.4					
100 m	 	Potkávací	PD	0	-PD není vidět
			ZD	2	-je vidět vedení postavy
		Dálkové	PD	3	-dobře viditelný pás
			ZD	4	-skvěle vidět rukávy i celá vnímaná postava -lehce zpozorovaná silueta
Šikmé vedení u PD bundy u potkávacích světel je zcela bezvýznamné. Není vůbec vidět. Kombinace umístění na ZD je vhodnější varianta. Po zpozorování objektu je lehce rozeznatelná postava na silnici. Avšak jen u dálkových světel. U potkávacích je těžší zpozorovat postavu, avšak rozeznání postavy je pak dobré. PD bundy u dálkových světel dobře viditelný tenký pás.					
50 m	 	Potkávací	PD	1	-příliš tenký pás, i když je vidět šikmé vedení proužku
			ZD	2	-dobře vnímatelné rukávy i záda
		Dálkové	PD	3	-dobře viditelný pás
			ZD	4	-skvěle vidět rukávy i celé vnímaná postava
U potkávacích světel je u PD retroreflexní pás moc tenký. ZD je dobře vnímatelný jako postava na silnici. U dálkových světel je lehce rozeznatelný PD i ZD bundy.					
Var.č.5					
100 m	 	Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	2	-viditelné jsou pouze rukávy postavy
			ZD	1	-patrné tečky, lehce se ztrácí

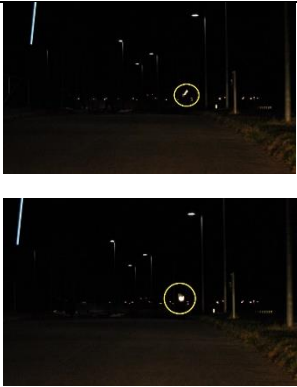
U varianty č. 5 u potkávacích světel není vidět PD ani ZD bundy. Pohled na 100 m je zcela kritický. U dálkových světel u PD jsou vidět jediné oblast rukávů. ZD bundy není téměř vidět. Vidíme jenom svítící tečky, které se slévají s okolím.					
50 m		Potkávací	PD	1	-viditelné jsou pouze rukávy
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	3	-dobře vidět rukávy a logo je jen větší tečka
			ZD	2	-jsou vidět dvě větší tečky, které jsou lehce ztracené v prostředí
U potkávacích světel je pohled na postavu téměř stejně kritický. ZD není vůbec vidět a na PD jsou vidět pouze rukávy. U dálkových světel je viditelnost lepší. PD je dobře vidět, ovšem hlavně v oblastech rukávů a ZD je vidět jako dvě velké svítící tečky. Podkladový materiál je také dobře vnímatelný.					
Var.č.6					
100 m		Potkávací	PD	1	- slabě vidět rukávy a zip, kapuce vůbec ne
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	2	-je vidět rukávy a částečně zip
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
Na 100 m u potkávacích světel ZD není vidět vůbec. PD bundy je vidět slabě i na větší množství použitého retroreflexního materiálu. Oblast kapuce není vidět vůbec. Dálkové světla jsou o něco lepší. PD je vidět především v oblastech rukávů a částečně zip. ZD není vidět vůbec. Umístění a tvar prvků evokuje postavu částečně je u dálkových světel a u PD. U ostatních pohledů postavu nevnímáme.					
50 m		Potkávací	PD	1	-částečně vidět rukávy, avšak nerozeznáme postavu
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět, vnímaný je spíš podkladový materiál

		Dálkové	PD	3	-dobře vidět rukávy a zip, kapuce je jen malá tečka
			ZD	1	-patrné tečky se ztrácí v okolí
Pohled u potkávacích světél je téměř kritický, u PD jsou ale vidět rukávy. U dálkových světél je PD vidět dobře jak zip, tak i rukávy. Kapuce se však jeví jako malá tečka.					
Var.č.7					
100 m	 	Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	1	-patrně vidět rukávy
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
Stejně jak u varianty č.6 tak i tady je pohled kritický. U potkávacích světél PD ani ZD není vidět vůbec. U dálkových světél je patrně vidět jenom PD bundy v oblastech rukávů. Umístěním na okraji rukávů je lépe projevený biomotion.					
50 m	 	Potkávací	PD	2	-je vidět rukávy a částečně zip, kapuci není vidět vůbec
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět, spíš podkladový materiál
		Dálkové	PD	3	-je dobře vidět rukávy a zip, kapuce jen malá tečka
			ZD	1	-patrně vidět malé tečky, které se ztrácí v okolí
U potkávacích světél PD bundy je vidět částečně zip, kapuce vůbec vidět není a rukávy jsou jediné viditelné místa. Při dálkových světlech je PD vidět dobře. Opět je nejlépe vnímatelný biomotion, umístění prvku na konec rukávů. ZD se jeví jenom jako malé tečky co se ztrácí na pozadí.					

Var.č.8					
100 m		Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	4	-skvěle vidět rukávy i celé vnímaná postava
			ZD	2	-rozdělení prvků nepomáhá rozeznání postavy i když jsou viditelné
Aplikace prvků po délce rukávu u potkávacích světél na 100 m nemají význam. Pohled je na PD i ZD bundy kritický. Naopak u dálkových světél je PD výrazně vidět a je skvěle vnímaná postava na silnici. ZD u dálkových rozdělění prvků nepomáhá rozeznat postavu. Prvky v dolním okraji bundy splývají v celek a působí jako tečky.					
50 m		Potkávací	PD	2	-je vidět vedení postavy
			ZD	1	-částečně vidět pás přes záda, ostatní vzory jsou jen malé tečky
		Dálkové	PD	4	-skvěle vidět rukávy i celá vnímaná postava, lehce zpozorovaná silueta
			ZD	3	-dobře viditelné záda, kapuce a dolní vzory jsou větší tečky
Na vzdálenost 50 m u potkávacích světél je na PD dobře vidět vedení postavy retroreflexním prvkem. Oblast kapuce není vidět vůbec. U ZD je částečně vidět záda a ostatní vzory jsou jenom malé tečky k nerozeznání od okolí. U dálkových světél je vnímání i viditelnost postavy lepší. U PD je vidět celá postava a hezky i rukávy. U ZD je dobře vidět záda a ostatní vzory jsou velké tečky, které upoutají pozornost řidiče.					
Var.č.9					
100 m		Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	2	-rukávy jsou dobře viditelné avšak, svislé paspule se nám ztrácí

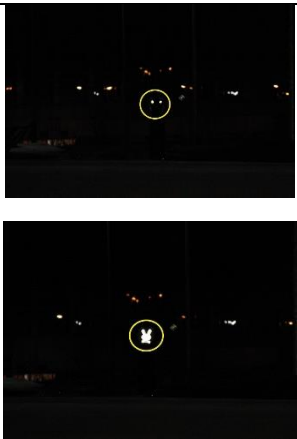
			ZD	2	-rukávy jsou dobře viditelné avšak, svislé paspule se nám ztrácí
Variace č. 3 na 100 m u potkávacích světél je kritická. Opět postavu není vidět jen patrně v oblastech rukávů. U dálkových světél u PD i ZD dílu v oblastech rukávů jsou prvky vidět dobře. Svislé paspule v členění bundy se nám ztrácí.					
50 m		Potkávací	PD	1	-lehce vidět prvky na rukávu spíše při pohybu
			ZD	1	-lehce vidět prvky na rukávu spíše při pohybu
		Dálkové	PD	3	-rukávy jsou dobře viditelné, svislé paspule pomáhají rozeznávat postavu
			ZD	3	-rukávy jsou dobře viditelné, svislé paspule pomáhají rozeznávat postavu
U potkávacích světél jsou prvky na bundě lehce rozeznatelné. Jediné jasné místo jsou oblasti rukávů jak u PD i ZD. U bundy na 50 m u dálkových světél PD i ZD je dobře viditelné místo v dolním kraji rukávů. Jasně září a putají pozornost. Svislé paspule pomáhají rozeznávat postavu.					
Var.č.10					
100 m		Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	4	-skvěle vidět obrys kapuce a průramků, lehce rozpoznatelná postava
			ZD	3	-také dobře viditelná postava, avšak kapuce se ztrácí v průramcích

Viditelnost bundy u potkávacích světél u PD i ZD dílu je kritická. Není vůbec vidět. Naopak u dálkových světél hned poutá pozornost a je jasné rozpoznat postavu na silnici. Vedení retroreflexního prvku v oblastech kapuce i průramků umožňuje vidět postavu ze všech stran.					
50 m		Potkávací	PD	1	-je patrně vidět obrys kapuce a průramků
			ZD	0	-ZD není vůbec vidět
		Dálkové	PD	3	-skvěle vidět kapuci i průramky, avšak svítivost prvků ruší podkladový materiál, dobře vnímaná celá bunda
			ZD	2	-dobře viditelné průramky i lehce rozeznatelná celá bunda
U potkávacích světél PD je jenom patrný náznak postavy. ZD bundy je kritický a není vidět vůbec. U dálkových světél na PD jsou skvěle vidět průramky i kapuce a je vnímaná celá bunda. Podkladový materiál má výraznou svítivost a občas ruší retroreflexní prvky. ZD bundy je vidět dobře, i když kapuce se slévá s průramkem.					
Var.č.11					
100 m		Potkávací	PD	1	-patrně vidět prvky, pomáhá šikmé vedení doplňku
			ZD	2	-velká svítící tečka
		Dálkové	PD	4	-výborná viditelnost prvků
			ZD	4	-výborná viditelnost a rozeznatelnost vzoru ryby
PD bundy na 100 m u potkávacích světlech je patrně vidět, avšak pomáhá šikmé vedení proužku. ZD se jeví jako velká svítící tečka. U dálkových světél je viditelnost prvku výborná z PD i ZD. U ZD je dokonce vidět vzor velryby.					

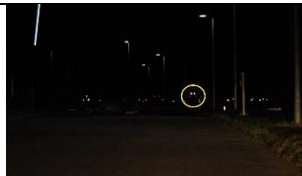
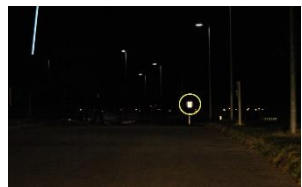
50 m		Potkávací	PD	2	-dobře viditelné prvky, tvar pomáhá upoutat pozornost pozorovatele
			ZD	3	-veliká svítící tečka, která upoutá pozornost nespecifickým tvarem
		Dálkové	PD	4	-výborná viditelnost prvků
			ZD	4	-výborná viditelnost a rozeznatelnost vzoru ryby

U potkávacích světél je dobře vidět prvky na doplňku u ZD i PD. Jejich tvar poutá pozornost řidiče, čím napomáhá rozpoznání postavy na silnici. U dálkových světél je výborně vidět obě strany výrobků. Jasně viditelný tvar velryby.

Var.č.12

100 m		Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	2	-je vidět velikou svítící tečku
		Dálkové	PD	3	-dobře vidět veliké tečky, avšak mají tendenci se ztrácet v okolí
			ZD	4	-výborná viditelnost a rozeznatelnost vzoru zajíce

U poslední variace doplňku u potkávacích světél PD nevidíme vůbec. ZD je vidět jen jako velkou svítící tečku. U dálkových světél je PD vidět jako dvě tečky, které se nám lehce ztratí v okolí. ZD je naopak jasně vidět a je lehce identifikována postava na vozovce.

50 m		Potkávací	PD	0	-PD není vůbec vidět
			ZD	3	-je dobře vidět tvar zajíce
		Dálkové	PD	4	-je dobře vidět velké tečky
			ZD	4	-výborná viditelnost a rozeznatelnost vzoru zajíce
Doplňek na vzdálenost 50 m u potkávacích světel PD není vůbec vidět. ZD je dobře vidět tvar vzoru zajíce. U dálkových světel je jasně vidět PD i ZD. PD se nám ale jeví jako svítící tečky, přičemž ZD je jasně vidět a je jasně rozeznatelná postava.					

2.2.3.3 Shrnutí výsledků provedeného experimentu v terénu

Třetí provedený experiment nám ukázal, jak důležitou část při vyhodnocení nejvhodnější varianty bundy a doplňku sehrává lidský faktor - vnímavost. Přece jen automobil dosud řídí člověk a jeho schopnost včas zareagovat na překážku, závisí především na jeho schopnosti reakce. Podle pozorovatelů nejlepší a okamžitá reakce byla na navržené doplňky Var. č. 11 a 12. Při Var. č. 12 PD výrobku splýval s okolím. Nejlépe vnímaná bundička byla var. č. 8. Z celého měření vyplynulo, že retroreflexní prvky umístěné na rukávech v různých směrech byli vnímány lépe jako statické body, které lehce splývali s pouličním osvětlením. Nejhuř dopadli první testované varianty, které obsahovali jen statické body. Nebyli vůbec poznatelné nebo lehce splývaly.

2.3 Diskuze výsledků

Po navrhnutí variant dětských bundiček a doplňků pro zvýšení viditelnosti a po jejich vyhotovení se provedli tři různé testování. Objektivní a relativně přesné měření bylo doplněno subjektivním hodnocením. Pořízené fotografie vyhodnocené histogramy, laboratorní měření prvků a terénní testy vyhodnocené pozorovateli. Každé měření s malými odchylkami poukazuje na nejlepší a nejhorší změřenou variantu bundy a doplňku ze všech stran. Také podle výsledných měření můžeme zhodnotit, které umístění, směr, velikost nebo který prvek je na trhu nejvhodnější pro zabezpečení správné a dostatečné viditelnosti dítěte na silnici. Po ekonomické stránce nejlépe vyšli navržené doplňky, které jsou praktické, lehké a flexibilní. Jsou buď součástí bundy nebo se lehce aplikují.

Ze všech provedených měření je zřejmé, že nejlepší výsledky má doplněk označený jako Var. č. 11 a 12 u ZD. U bundiček nejlépe vyšli Var. č. 7, č. 8 a č. 9. U bundičky Var. č. 10 se prokázala viditelnost vedením retroreflexních prvků kolem průramků a kolem obvodu kapuce ze všech stran jenom při kratších vzdálenostech na 50 m. U bundiček var. č. 7 a 8 jsou retroreflexní prvky vedené po celé délce rukávů nebo v místech kloubů. Potvrdilo se nám, že biomotion, umístění retroreflexních prvků v pohyblivých částech těla, má rychlejší reakce pozorovatelů- „řidiče“ než ty se statickým umístěním. Mezi nejhorší výsledky patřili Var. č. 1 a 2. Jsou to bundičky, které podle průzkumu představují současnou nabídku na trhu. Důvodem je nedostačující množství, velikost retroreflexního materiálu a statické umístění prvků. Pozorovatelům se ztrácí v pouličním osvětlení a okolí nebo nejsou vidět úplně. Nejvhodnější použitý podkladový materiál je šedý Dialpex nebo padákoviná, použitá u doplňků. Nejhorší je modrý Diaplex. Odrazová schopnost podkladového materiálu se nám také prokázala u třetího měření u potkávacích světel, kde byla u prvních variant pro pozorovatele výraznější jako retroreflexní materiál.

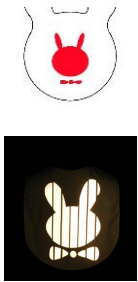
Význam směru vedení retroreflexního prvku na oděvu hraje také důležitou úlohu. Druhé provedené měření za pomoci SpectroScanu popsané v kapitole 2.2.2, můžeme vidět, že proužek o stejných velikostech umístěných na rukávu bundy, má jinou odrazivou schopnost při změně směru. Šikmě vedené proužku u Var. č. 3 má 1699-2693 cd/m², vertikální vedení u Var. č. 5 má 750-1675 cd/m² a horizontální u Var. č. 7 to je 509-862 cd/m².

U výsledných hodnot experimentu u vzorníků opět vidíme, že vertikální směr užšího proužku „G“ má vyšší naměřené hodnoty 2690 cd/m² jako u širšího horizontálního proužku, který má naměřenou hodnotu 2270 cd/m².

Velikost retroreflexního proužku také významně ovlivňuje jeho odrazivou schopnost. V tabulce 30 u vzorníků č. 2, u plné plochy vidíme, že čtverec „E“ o rozměrů 10x10 má naměřenou hodnotu 3681 cd/m² a u čtverečku „F“ 5x5 je odrazová schopnost prvku 2929 cd/m². U kruhového tvaru „D“ o r = 2,5 cm je odrazová schopnost nejnižší 2444 cd/m². Vzor (zaplnění) retroreflexního prvků se také liší svou odrazivou schopností. U vzorníku č. 3 tvar psí tlapy označen jako „H“ má odrazivou schopnost 3149 cd/m². O téměř stejné celkové ploše tenkých proužků vzoru „I“ je odrazová schopnost 2302 cd/m² a u „J“ jenom 755,9 cd/m² což je zanedbatelná hodnota. Druh použitého retroreflexního

materiálu můžeme vidět v tabulce 26. Paspule má odrazivou schopnost 1173 cd/m^2 , retroreflexní našivací fólie 2270 cd/m^2 , nažehlovací fólie 2690 cd/m^2 a paradoxně nejvyšší odrazivost má obyčejný samonavíjecí pásek až 4905 cd/m^2 . Bližší zkoumání vlivu hustoty zaplnění retroreflexního materiálu je tématem pro další diplomovou práci. Kdybychom jsme měřili jenom za pomoci SpectroScanu v laboratoriu, nezískáme objektivní pohled na prvky, jak se chovají v terénu. Laboratorní testování nám ukáže jakou odrazivost má prvek a jaký jeho směr a velikost se jeví nejlépe, to však k objektivnímu zhodnocení bundiček nestačí.

Tabulka 35: Vyhodnocené měření u nejlepších, středních a nejhorších varianty bundy

Výsledná varianta bundy	Technický náčrtek bundy s retroreflexními prvky	Obrázek bundy za snížené viditelnosti na 100 a 200m	Plocha retroreflexního prvku (%)	1. měření Průměr (body)	2. měření (cd/m^2)	3. měření (číselné hodnocení na 50 a 100m)
Nejlepší Var. č. 12 ZD			41,3%	21,42	3748	3
				14,96		2
Střední Var. č. 3 PD			19,50%	14,31	1699-2693	2
				10,65		1
Nejhorší Var. č. 2 PD			2,70%	13,59	3560	0
				9,11		0

Provedené metody měření nejsou stoprocentně přesné. U každého měření se vyskytly faktory, které ovlivňují konečné hodnoty a výsledky. V terénu jsou to rušivé prvky kolem objektu. Nikdy nelze docílit stejné podmínky u všech měření. Vliv počasí, pouliční osvětlení, odlesky, natočení prvků při pohybu objektu, osvětlení od kolem jedoucích automobilů, časová náročnost při měření a podobně. U měření v laboratoři jsou výsledky přesnější z důvodů odstranění rušivých faktorů. I přesto se ale mohou výsledky v malých odchylkách měnit. Při převlékání bundiček a výměně retroreflexních prvků na bundě při měření dochází k nepatrné změně uhlu snímání SpektroScanu. Můžeme říci, že výsledné hodnoty jsou orientační, a proto jsou doplněné i o subjektivní hodnocení u třetího typu měření. Odchytky v měření jsou akceptovatelné i z důvodů, že objekt je na silnici v pohybu a byly měřeny nasimulované reálné podmínky chování retroreflexních prvků v terénu. Pro příští výzkum u laboratorních měření je možné eliminovat změnu natočení figuríny například instalací elektromotorů, a řídit natočení pomocí počítače nebo měřit při rotaci figuríny.

Po provedených měřeních doporučujeme umístit retroreflexní prvky především v oblastech rukávů, a to šikmým směrem. Umístění na kapuci se neukázala jako nejvhodnější, avšak vhodně zvoleným obrazcem, např. šípkami na vrchu kapuce, mohou být efektní. Vedení retroreflexního materiálu po celé délce dílů napomáhá včasné reakce řidiče na objekt. Vyhýbat se statickým tvarům a umístěním, které se jeví jako tečky a splývají s pouličním osvětlením a nenapomáhají rozpoznání postavy na silnici. Množství retroreflexního materiálu na dětském oděvu by se mělo pohybovat od 20-37 % z celkové plochy. Na PD a ZD samostatně alespoň 15 % retroreflexního materiálu pro dostatečnou viditelnost a rozeznatelnost postavy na vzdálenost 100 a 200 m. Množství kolem 12 % a pod 10 % z viditelné plochy se jeví jako kritické. Postava není rozeznatelná a viditelná ani u použití dálkových světél u 100 a 200 m.

Viditelnostní podmínky, rušivé faktory nebo světla automobilů sehrávají u viditelnosti důležitou roli. To můžeme také vidět u provedených experimentů. Důležité je především docílit správnou viditelnost za všech podmínek, čím zvyšujeme bezpečnost dítěte na silnici.

3 Závěr

Cílem práce byla analýza dětského oděvu dostupného na trhu a možnosti zvýšení viditelnosti dětí na silnici za snížené viditelnosti a následně jeho otestování v terénu. V rešeršní části práce jsou shrnuty výsledky z průzkumu trhu dětského oděvu a analýzy možností měření a hodnocení viditelnosti retroreflexního a fluorescenčního materiálu v terénu, které jsou dohledány v odborné literatuře a dosavadních provedených výzkumech. Rešerše poukazuje na fakt, že je téma práce aktuální. Autoři se stále snaží o objektivní vyhodnocení používaných retroreflexních prvků, jejich vývoj a co nejefektivnější použití pro docílení správné viditelnosti objektu na silnici a zvýšení jeho bezpečnosti. Navzdory dlouhodobému zkoumání dané problematiky není jasné definováno, jak změřit a vyhodnotit co nejobjektivněji retroreflexní materiály. V zájmu zkoumání jsou cyklisté, kterých oděv je v současné době jasné definován. Avšak problematice chodců, a hlavně dětí jsou definice matoucí a nepřesné. Praktická část práce se věnuje návrhům a realizacím vlastních testovacích metod měření viditelnosti, abychom získali co nejpřesnější výsledky a doporučili nejvhodnější množství, velikost, směr, umístění, plochu a tvar retroreflexního a fluorescenčního materiálu na dětském oděvu.

Závěry vyplývající z diplomové práce jsou následující:

- Navržením variant dětských bundiček a doplňků, jejich realizací a následném otestování v terénu prokázalo, která varianta je pro správnou viditelnost nejvhodnější a naopak nedostačující.
- Navržené inovované metody testování retroreflexe dětského oděvu prokázali získání nejobjektivnějších výsledků. Za jejich pomoci jsme definovali potřebné množství retroreflexního a fluorescenčního materiálu pro dětský oděv. Množství retroreflexního materiálu na dětském oděvu by se mělo pohybovat od 20-37% z celkové plochy.
- Byl potvrzen vliv rušivých faktorů na výsledky provedených měření. Jak ovlivňují chování retroreflexních prvků za pomoci simulace reálných podmínek na silnici. Bylo prokázáno, že mnoho prvků ztrácí svou funkci nesprávným umístěním a tvarem na oděvu.

- Výsledkem diplomové práce je nová metodika, která umožňuje získat nejobjektivnější hodnocení měřených prvků. Výsledkem je stanovení potřebného podílu retroreflexního a fluorescenčního materiálu na dětské bundičce pro správnou viditelnost a pro rychlou reakci řidiče, v případě výskytu dítěte na silnici.
- Podařilo se stanovit a doporučit nejvhodnější umístění, tvar, směr a velikost retroreflexního prvku na dětském oděvu. Pořád jsou tu ale možnosti doplnit faktory, které mohou ovlivnit viditelnost dítěte na silnici (jako je například vliv zaplnění retroreflexního vzorku, s čímž souvisí také náklady na vyhotovení oděvu), jako i u metodik měření (co nejvíc eliminovat rušivé faktory). To jsou již doporučení pro další diplomovou práci.

Předložená diplomová práce řeší problém definování správného použití fluorescenčního a retroreflexního materiálu, prvků pro dětské bundy a doplňků, pro správnou viditelnost dítěte na silnici za snížené viditelnosti.

Citovaná literatura

1. Wikipedia. *Viditelnost*. [Online] 4. 4 2016. [Citace: 4. 12 2017.] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Viditelnost>.
2. Zákony pro lidi. *Zákon o silničním provozu*. [Online] 14. 9 2000. [Citace: 4. 12 2017.] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-361>.
3. Každý pátý řidič špatně vidí a neví o tom, varuje kampaň. *Doprava logistika*. [Online] 22. 5 2017. [Citace: 16. 8 2017.] <https://www.dlprofi.cz/33/vlada-schvalila-novelu-silnicniho-zakona-zavadi-reflexni-prvky-u-chodcu-uniqueidgOkE4NvrWuMEMvw3uZDmFrYz2ly2AgWELJR9Hs5aM2Y/>.
4. Statistika nehodovosti. *Policie ČR*. [Online] 1. 1 2017. [Citace: 06. 08 2017.] <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-178464.aspx>.
5. KWAN, I., MAPSTONE, J. Visibility aids for pedestrians and cyclists: A systematic review of randomised controlled trials. *Accident Analysis & Prevention* 36. *Researchgate*. [Online] 2014. [Citace: 16. 8 2017.] https://www.researchgate.net/publication/7487486_Visibility_aids_for_pedestrians_and_cyclists_A_systematic_review_of_randomised_controlled_trials.
6. Chodec. *ibesip*. [Online] 2018. [Citace: 16. 8 2017.] <http://www.ibesip.cz/cz/chodec>.
7. LED. *Wikipedia*. [Online] 25. 3 2018. [Citace: 28. 3 2018.] <https://cs.wikipedia.org/wiki/LED>.
8. 471+A1, ČSN EN. *Výstražné oděvy s vysokou viditelností pro profesionální použití – Metody zkoušení a požadavky*. PRAHA, : Český normalizační institut, 2008. 28s. Třídící znak 83 2820.
9. SCHEJBAL, J., KUŘE, A., MOTL, J., ŠKODA, J., BELÁK, M., BRADÁČ, A., BILÍK, M. SVĚTELNÉ VLASTNOSTI VYBRANÝCH REFLEXNÍCH PRVKŮ. *ExFoS - Expert Forensic Science*. [Online] 2013. [Citace: 16. 8 2017.] https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/52599/210-221_schejbal.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
10. RICHARD, L., AUSTIN, R., SCHULTZ, J. *Guide To Retroreflection Safety Principles and Retroreflective Measurements*. 2009. ISBN 0-9710215-0-3.
11. Bohunický, Martin. Life Paint od Volva zachraňuje cyklistom životy. *StartiUp*. [Online] 28. 12 2015. [Citace: 16. 8 2017.] <https://www.startitup.sk/life-paint-od-volva-zachranuje-cyklistom-zivoty/>.
12. UHLMANN, R. Clemson takes page from Hollywood to address pedestrian safety. *NewsStand*. [Online] 14. 10 2015. [Citace: 16. 8 2017.] <http://newsstand.clemson.edu/mediarelations/clemson-takes-page-from-hollywood-to-address-pedestrian-safety/>.

13. Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. *Zmeny zákonu*. [Online] 14. 4 2000. [Citace: 16. 08 2017.] <http://www.zmenyzakonu.cz/zakon.aspx?id=32710>.
14. Safety alerts. *WorkSafe*. [Online] 27. 3 2018. [Citace: 12. 4 2018.] <https://www.worksafe.vic.gov.au/news/safety-alerts>.
15. Reflexní oděvy pro profesionální uživatele. *Pro-job*. [Online] 2009. [Citace: 16. 8 2017.] <http://www.pro-job.cz/bezpecnostni-odevy-a-norma-en-471>.
16. KOLAČNÁ, B. *Návrh systémů signalizačních doplňků pro děti základních škol a jeho testování*. Liberec : Bakalářská práce, vedoucí práce: Ing. ZELOVÁ, K. Ph.D., 2017. T14000333.
17. Červenka, M. Viditelnost překážky za snížené viditelnosti. *CTUV*. [Online] 2014. [Citace: 16. 8 2017.] http://k622.fd.cvut.cz/downloads/zaverecne_prace/dp_cervenka_2014.pdf.
18. The prevalence and reliability of visibility aid and other risk factor data for uninjured cyclists and pedestrians in Edmonton, Alberta, Canada. *Elsevier*. [Online] 2007. [Citace: 16. 08 2017.] <https://www.elsevier.com/>.
19. *Setkaní s dopravními inženýry krajských správ Policie České republiky*. SKÁLA, Ing. JIŘÍ, TESÁŘ, J. 4, Liberec : Světlo, 2010.
20. Reflective clothing, Reflective apparel. *3M*. [Online] 2017. [Citace: 15. 10 2017.] https://www.3m.com/3M/en_US/company-us/all-3m-products/~/All-3M-Products/Consumer/Reflective-Clothing/Reflective-Apparel/?N=5002385+8709316+8710878+8711017+8735280+3294857497&rt=r3.
21. *The conspicuity of pedestrians at night: a review*. TYRRELL, R., WOOD, J., OWENS, A., BORZENDOWSKI, S., SEWALL, A. 12447, USA : Clinical and experimental, 2016. ISSN 425-434.
22. *Visibility aids for pedestrians and cyclists*. KWAN, I., MAPSTONE, J. London : Accident Analysis and Prevention, 2002. ISSN 36-305-312.
23. *High visibility safety apparel and nighttime conspicuity of pedestrians in work zones*. SAYER, J., MEFFORD, M.L. USA : Journal of Safety Research, 2004. ISSN 35-537-546.
24. *Visibility-related characteristics of crashes involving bicyclists and motor vehicles-Responses form an online questionnaire study*. LACHEREZ, P., WOOD, J.M., MARSZALEK, R.P., KING, M.J. Australia : Elsevier, 2013. ISSN 1369-8478.
25. WINIFRED, A. *Metric Pattern Cutting for Childrens Wear and Babywear*. Wiley-Blackwell : Ltd, Publikation, 2012. ISBN 978-1-4051-8292-8.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 :Viditelnost přes den, za mlhy nebo za soumraku.....	13
Obrázek 2: Chodec na silnici bez a s použitím reflexního prvku	14
Obrázek 3: Celkový počet nehod v roce 2015 podle místa nehody.....	15
Obrázek 4: Úmrtnost chodců při nehodách za snížené a nesnížené viditelnosti za rok 2015	16
Obrázek 5: Způsob dopravy žáků do školy	16
Obrázek 6: Příklad palety fluorescenčních barev	19
Obrázek 7: Zrcadlový a difúzní obraz	19
Obrázek 8: Dva systémy optické retroreflexivity (kuličková a hranolová- prismatická technologie)	20
Obrázek 9: Složení retroreflexních fólií	21
Obrázek 10: Life Paint a jeho aplikace	21
Obrázek 11: Fosforová lepicí páska a fotoluminiscenční pigment.....	22
Obrázek 12: Ukázka elektroluminiscenční technologie v kombinaci s retroreflexí.....	23
Obrázek 13: Klasifikační třídy reflexe.....	24
Obrázek 14: Očekávání vs. realita dětí na cestě	25
Obrázek 15: Reflexní prvky na dětských sportovních a vycházkových bundičkách	26
Obrázek 16: Ukázka přístroje spektrofotometru a retroreflektometru	33
Obrázek 17: Mikrospektrofotometr na Technické univerzitě v Liberci.....	34
Obrázek 18: Ukázka luxmetru Voltcraft LX-1180 s odchylkou $\pm 3\%$	34
Obrázek 19: Ukázka vzdálenosti reakce řidiče na překážku podle společnosti Besip ...	35
Obrázek 20: Ukázka uživatelského prostředí programu LumiDISP	36
Obrázek 21: 3M Scotchlite TM testování umístění prvků na postavě.....	37
Obrázek 22: Ukázka stejné plochy retroreflexních prvků A-bez, E-biomotion	38
Obrázek 23: Ukázka uživatelského prostředí počítání plochy dílů programu NIS-Elements.....	42
Obrázek 24: Šicí stroj Confidence 7463	48
Obrázek 25: Technický nákres bundy Var.č.9	49
Obrázek 26: Okótované díly bundy Var.č.9 v měřítku 1:10.....	51
Obrázek 27: Dětská bundička Var. č. 9	52
Obrázek 28: Technický nákres bundy Var.č.10.....	54

Obrázek 29: Okótované díly bundy Var.č.10 v měřítku 1:10.....	56
Obrázek 30: Dětská bundička Var.č.10	57
Obrázek 31: Technický nákres doplňku Var. č. 11	58
Obrázek 32: Okótované díly doplňku Var. č. 11 v měřítku 1:10.....	60
Obrázek 33: Dětský doplněk Var.č.11	61
Obrázek 34: Technický nákres doplňku Var. č. 12.....	62
Obrázek 35: Okótované díly doplňku Var. č. 12 v měřítku 1:10.....	64
Obrázek 36: Dětský doplněk Var.č.12.....	64
Obrázek 37: Nákres experimentu	67
Obrázek 38: Ukázka uživatelského programu NIS-Elements histogramu a profilu intenzity	68
Obrázek 39: Ukázka měření na vzdálenost 20m	74
Obrázek 40: Nákres experimentu	76
Obrázek 41: Použité měřicí přístroje	76
Obrázek 42: Nákres experimentu	86
Obrázek 43: Ukázka použitých měřicích přístrojů a umístění v terénu.....	87

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Ukázka reflexních prvků pro aplikaci na dětský oděv	26
Tabulka 2: Ukázka reflexních výrobků a doplňků.....	28
Tabulka 3: Průměrná postava dítěte šesti let měřená a podle literatury Winifred Aldrich	41
Tabulka 4: Přehled 8 variant dětských bundiček podle současné nabídky na trhu ČR ...	44
Tabulka 5: Přehled navržených variant dětských bundiček a doplňků.....	46
Tabulka 6: Analýza švů bundy Var.č.9.....	49
Tabulka 7: Materiálová karta Var.č.9	50
Tabulka 8: Potřebné díly bundičky Var.č.9	52
Tabulka 9: Ekonomické zhodnocení bundy Var. č. 9.....	53
Tabulka 10: Analýza švů bundy Var. č. 10.....	54
Tabulka 11: Materiálová karta Var. č. 10	55
Tabulka 12:Potřebné díly bundičky Var. č. 10	56
Tabulka 13: Ekonomické zhodnocení bundy Var. č. 10.....	57
Tabulka 14: Analýza švů doplňku Var. č. 11	58
Tabulka 15: Materiálová karta Var. č. 11	59
Tabulka 16: Potřebné díly doplňku Var. č. 11	60
Tabulka 17: Ekonomické zhodnocení doplňku Var. č. 11.....	61
Tabulka 18: Analýza švů doplňku Var. č. 12	62
Tabulka 19: Materiálová karta Var. č. 12	63
Tabulka 20: Potřebné díly doplňku Var. č. 12.....	64
Tabulka 21: Ekonomické zhodnocení doplňku Var. č. 12.....	65
Tabulka 22: Záznam podmínek a použitého vybavení při měření.....	66
Tabulka 23: Varianty testování viditelnosti.....	67
Tabulka 24: Ukázka měření bez retroreflexního prvku na figuríně.....	69
Tabulka 25: Výsledné hodnoty experimentu Var.č.1-12	69
Tabulka 26: Záznam podmínek a použitého vybavení při měření.....	75
Tabulka 27: Varianty testování viditelnosti.....	76
Tabulka 28: Vzorníky použité při laboratorním měření	77
Tabulka 29:Výsledné hodnoty experimentu Var.č.1-12	78
Tabulka 30: Výsledné hodnoty experimentu u vzorníků 1-3	83

Tabulka 31: Záznam podmínek a použitého vybavení při měření.....	85
Tabulka 32: Varianty testování viditelnosti.....	86
Tabulka 33: Hodnoticí číselná stupnice.....	87
Tabulka 34: Výsledné hodnoty experimentu Var.č.1-12.....	88
Tabulka 35: Vyhodnocené měření u nejlepší, střední a nejhorší varianty bundy.....	100