

## Souhrnná výzkumná zpráva – ŽIVÉ PŘECHODY

Konečný uživatel výsledků:

**Ministerstvo dopravy ČR**  
nábřeží Ludvíka Svobody 1222/12  
110 00 Praha

**Název projektu:** Studie vnímání vybraných typů přechodů pro chodce řidiči motorových vozidel

**Číslo projektu:** TL02000461

**Řešitel projektu:** Česká zemědělská univerzita Praha v Praze, Kamýcká 129, 160 00 Praha

**Doba řešení:** 1. 2. 2019 – 31. 5. 2022

**Důvěrnost a dostupnost:** veřejně přístupný

<https://katedry.czu.cz/kps/tacr-tl02000461-zive-prechody>

**T A**  
**Č R**

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA.

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)  
Výzkum užitečný pro společnost.

## Informace o autorském týmu:

PhDr. Pavla Rymešová Ph.D.  
doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.



Česká zemědělská  
univerzita v Praze

## Další informace o projektu:

ŽIVÉ PŘECHODY - souhrnná výzkumná zpráva TL02000461-V1

Aplikační garant projektu: Ministerstvo dopravy ČR  
Konzultant aplikačního garanta: Mgr. Tomáš Neřold, M.A., vedoucí samostatného oddělení BESIP

### Klíčová slova:

V českém jazyce

bezpečnost silničního provozu; přechod pro chodce; pozornost řidiče; vnímání

V anglickém jazyce

safety of road traffic; pedestrian crossing; driver's attention; perception

**T A**  
**Č R**

Program **Éta**

Tato souhrnná výzkumná zpráva byla vytvořena se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA.

**T A**  
**Č R**

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA.

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)  
*Výzkum užitečný pro společnost.*

## **Předmluva**

Projekt "Studie vnímání vybraných typů přechodů pro chodce řidiči motorových vozidel" TL02000461 se zabývá přípravou, návrhem a realizací opatření zaměřených na zajištění bezpečnosti chodců na přechodech prostřednictvím analýzy percepce řidiče motorového vozidla. Souhrnná výzkumná zpráva poskytuje informace o teoretických východiscích řešeného problému, designu realizovaného terénního výzkumu a jeho výsledcích. Tento výzkum byl realizován Českou zemědělskou univerzitou v Praze za podpory Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA v letech 2019-2022.

## Obsah

1	Úvod .....	5
2	Cíl výzkumu.....	5
3	Analýza současného stavu poznání .....	6
3.1	Přechody pro chodce .....	12
3.2	Vnímání chodců řidiči .....	18
3.3	Vnímání vozidel chodci.....	22
4	Informace o průběhu výzkum .....	26
4.1	Metodologie výzkumu .....	26
4.2	Testování významnosti rozdílů příslušných časů zrakového zaměření .....	33
4.3	Analýza případných rozdílů mezi první a druhou trasou.....	40
4.4	Aktivní vyhledávání chodců.....	41
4.5	Charakteristika dopravního provozu během a v místě experimentálních jízd.....	43
5	Diskuse a doporučení .....	45
6	Limity výzkumu .....	47
7	Závěr .....	47
	Použité zdroje:.....	49
	Seznam Tabulek.....	57
	Seznam Obrázků.....	58

## 1 Úvod

Přes nesporné pokroky a vývoj v oblasti aktivní a pasivní bezpečnosti automobilové dopravy stále na silnicích umírá zbytečně velké množství lidí. Velkou a zároveň velmi zranitelnou skupinou, která je provozem na pozemních komunikacích ohrožena, jsou chodci. Přechod pro chodce by měl být bezpečným koridorem, který (za dodržení zákonných podmínek) umožní symbiotické soužití světa chodců a motoristů. Přesto dosud nezanedbatelné procento chodců umírá právě na přechodech.

Následky dopravních nehod jsou jak zdravotní, tak i sociální a v neposlední řadě také ekonomické. Snížení nehodovosti na přechodech pro chodce jednoznačně přispívá ke zvýšení kvality života jedince i společnosti.

Výslednou ambicí projektu je zvýšení bezpečnosti chodců na vybraném typu přechodů pro chodce za snížené viditelnosti (konkrétně po setmění, avšak s pouličním osvětlením).

Problematikou bezpečnosti chodců, kteří se obecně považují za nejzranitelnější skupinu účastníků dopravního provozu, se zabýval mezinárodní výzkum COST (Evropská spolupráce ve vědě a technologii) s názvem „Pedestrians' Quality Needs“ (PQN v doslovném překladu „Kvalitativní potřeby chodců“), akce 358. Tento společný výzkum se uskutečnil v letech 2006-2010 za spolupráce odborníků 19 zemí Evropské unie. Výsledkem byla řada poznatků, které byly prezentovány na řadě vědeckých konferencí. Významnou roli v uvědomování si potřeby bezpečného pohybu chodců v rámci dopravních infrastruktur lze dokladovat například také i obsahem internetových stránek Walk21 (<https://www.walk21.com/>), které prezentují činnost mezinárodní organizace se zaměřením na práva chodců. Tento web je jedním z výsledků výše uvedené akce COST PQN.

## 2 Cíl výzkumu

Cílem projektu je zvýšení bezpečnosti chodců na vybraném typu přechodů pro chodce za snížené viditelnosti (konkrétně po setmění, avšak s umělým pouličním osvětlením).

Výzkumným záměrem je analýza míry pozornosti řidiče zaměřené na vybrané typy přechodů pro chodce.

Projekt se zabývá zjištěním míry pozornosti (odvozené od trvání cíleného pohledu) věnované řidičem motorového vozidla u vybraných typů přechodů pro chodce, a to především s akcentem na jejich značení technickými prostředky.

V rámci projektu jde také o to zjistit, zda lze postihnout (případně do jaké míry) změny řidičova vnímání přechodu označeného pouze dopravním značením (bez zvýraznění) bezprostředně poté, co tento řidič projel přechodem pro chodce, kde bylo pro dopravní značení použito zvýrazňujících prvků. Toto zjištění by mělo orgánům státní správy umožnit zkvalitnit rozhodovací proces při schvalování úprav, které vedou ke zvýraznění některých přechodů pro chodce tak, aby zároveň zvýšením bezpečnosti na jednom přechodu nebylo zvýšeno nebezpečí na přechodu druhém.

Hlavní výzkumná otázka:

1. Je rozdíl v délce zaměření pohledu (alternativně míře pozornosti) mezi tím, jak za snížené viditelnosti (za tmy) řidič motorového vozidla vizuálně vnímá přechod pro chodce označený svislým a vodorovným dopravním značením, přičemž vodorovné značení (tzv. "zebra") je doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (viz TP 217) signalizujícími vstup chodce do vozovky, a tím, jak vnímá dva bezprostředně následující přechody, které jsou označeny pouze klasickým vodorovným a svislým dopravním značením?
2. Je rozdíl v délce zaměření pohledu (alternativně míře pozornosti), kterou za snížené viditelnosti (za tmy) řidič motorového vozidla v průběhu překonávání přechodu pro chodce věnuje aktivnímu vyhledávání chodce vpravo či vlevo od přechodu, a to mezi přechodem pro chodce označeným svislým a vodorovným dopravním značením, přičemž vodorovné značení (tzv. "zebra") je doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (viz TP 217) signalizujícími vstup chodce do vozovky a dvěma bezprostředně následujícími přechody, které jsou označeny pouze klasickým vodorovným a svislým dopravním značením?

Hypotézy:

**H1:** Řidič motorového vozidla významně déle cílí zrakové zaměření na technické prvky značení přechodu pro chodce označeného svislým a vodorovným dopravním značením, přičemž vodorovné značení (tzv. "zebra") je doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (viz TP 217) signalizujícími vstup chodce do vozovky, než na technické prvky značení dvou bezprostředně následujících přechodů, které jsou označeny pouze klasickým vodorovným a svislým dopravním značením.

**H2:** U přechodů pro chodce označených svislým a vodorovným dopravním značením, přičemž vodorovné značení (tzv. "zebra") je doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (viz TP 217) signalizujícími vstup chodce do vozovky, řidič motorového vozidla cílí zrakové zaměření významně více na vyhledávání chodců přibližujících se k přechodu pro chodce než u těch, které bezprostředně následují, a které jsou označeny pouze klasickým vodorovným a svislým dopravním značením.

### 3 Analýza současného stavu poznání

Problematikou bezpečnosti chodců v silničním provozu se zabývala a zabývá řada vědeckých, ale i populárních prací. Dále je tato problematika součástí široké řady legislativních dokumentů, zákonů, vyhlášek a technických norem. Daná problematika je stále aktuální a zřejmě bude do doby, pokud bude docházet k vzájemné interakci dvou skupin účastníků silničního provozu, řidičů a chodců. Dopravní nehody, kdy dochází ke střetu vozidla s chodcem, mají velice často fatální dopady. Proto vzbuzují zvýšenou pozornost široké veřejnosti. V následujícím textu se pokusíme zmapovat pohled na danou problematiku a

z četných informačních zdrojů vybrat podstatné pohledy charakterizující úroveň poznání problematiky.

Některé obecněji koncipované výzkumy jsou zaměřeny na zásady koexistence řidičů a chodců v místech jejich možného setkání, což jsou nejčastěji přechody pro chodce. Výsledky naznačují, že chodci se cítí nejpohodlněji ve sdíleném prostoru s řidiči za podmínek, které zajišťují, aby jejich přítomnost byla jasná ostatním účastníkům silničního provozu - tyto podmínky zahrnují nízký provoz vozidel, zajištění bezpečných zón a dobrou úroveň osvětlení. Na druhé straně pro řidiče byla žádoucí minimální přítomnost dětí a starších osob, nízká hustota chodců a dobrá úroveň osvětlení.

Sullivan&Flanagan (2002) ve své práci doložili, že nejpravděpodobnějším důvodem srážek vozidel s chodci je nepovšimnutí si vozidla, případně, že vozidlo nebylo dostatečně viditelné pro chodce. Otázka, kterou si je nutné položit vycházejíc z tohoto tvrzení je, zda toto tvrzení platí i naopak, tj., že řidič si nepovšiml chodců nebo zda chodci nebyli dostatečně viditelní pro řidiče. Tato otázka se zdá jednoduchou k zodpovězení, ale při zevrubnějším přístupu k odpovědi se stává podstatně komplikovanější.

Takto nově formulovanou otázku si opět položil Vaa (2006), a to ve vztahu k rozdílnosti výskytu nehod vyskytujících se na různých místech dopravní infrastruktury – **různých typech přechodů pro chodce**. Jím přeformulovaná otázka zněla takto: „Mohou být příčiny nehod na běžných přechodech pro chodce připsány řidičům, chodcům nebo oběma skupinám?“ a následovala další konkrétnější otázka: „Jaká je pozornost řidičů na běžném přechodu pro chodce a jak funguje pozornost chodců?“. Vaa (2006) došel k závěru, že se jedná o problém, kdy vysvětlení přesahuje rozsahem hranice jednoho státu, neboť na běžných přechodech v různých zemích jsou využita různá doplňková opatření, jako např. značení v jízdním pruhu (Pozn. autorů překladu např.: optická brzda, barevně odlišený povrch vozovky s vysokým součinitelem tření před přechodem, ale i zvýrazněné svíslé dopravní značení apod.) nebo blikající světlo na křižovatce. Vaa (2006) z instalace těchto přídatných a dodatečných opatření u přechodů pro chodce vyvodil předpoklad vyšší pravděpodobnosti v úspěšnosti redukce počtu nehod. Souhrn práce uvádí jako odpověď na položenou otázku (Elvik & Vaa (2004) in Vaa (2006)), že důvod tohoto „zvýšování“ počtu nehod na běžných přechodech pro chodce není příliš známý“, ale autoři navrhuji níže uvedené hypotézy, které by mohly napomoci tento fenomén objasnit:

1. Sebezáchovné motivy lze považovat za primární biologické pohnutky umožňující přežití jedince i druhu (Damasio, 1994 in Vaa, T. (2006)). Lidský organismus je uzpůsoben k tomu, aby primárně zjišťoval nebezpečí. Řidiči hledají to, co považují za ohrožení svého přežití, což jsou především auta, nikoliv chodci (Vaa, 2003).

2. Zpracování informací řidiči na běžných přechodech pro chodce, kde jsou chodci pouze občas, by mělo být zautomatizováno takovým způsobem, že žádná speciální pozornost nebude věnována vyhledávání chodců, protože se jedná o automatizaci samotnou.

3. Běžný přechod pro chodce může být považován za past, kde chodci mohou mít falešně pocit, že jsou v bezpečí, zatímco ve skutečnosti nejsou. Tento druh přechodu pro chodce by proto měl být odstraněn nebo nahrazen jiným typem přechodů, které by prokazovaly snížení počtu nehod.

Z výše uvedených hypotéz citovaných prací vyplývá, že autoři doporučují posunout řešení konfliktních situací směrem, který bude snižovat nebo zcela eliminovat vliv lidského rozhodování při možnosti střetu vozidel s chodci (případně omezit přecházení komunikace

chodcům – nelákat je do „přechodové pasti“). Tato řešení jsou zřejmě otázkou blízké budoucnosti, kdy vozidla budou vybavena asistenty autonomního řízení podporující nebo nahrazující řidičovo rozhodování. Avšak ani tato zařízení nemohou zcela eliminovat srážku vozidla s chodcem při jeho neočekávaném a rychlém vstupu do jízdní dráhy vozidla.

Kaparias et al.(2012) se zabýval **chápaním sdíleného prostoru řidiči a chodci**. Sdílený prostor charakterizoval jako „přístup“ ke zlepšení ulic a míst, kde jsou přítomni jak chodci, tak i vozidla, a to s uspořádáním upřednostňujícím spíše chodce a s funkcemi, které motivují řidiče k předpokladu, že jejich nadřazenost v prostoru byla snížena nebo odstraněna. Tento prostor vytváří prostředí „přátelštější“ chodcům, než je tomu u konvenčních uličních dispozic, které jsou založeny na větší segregaci chodců a vozidel, a současně vytváří nejistotu, díky níž řidiči věnují více pozornosti svému okolí, což vede k omezování rychlosti vozidel a vyšší bezpečnosti. Práce zkoumala význam určitých faktorů specifických pro člověka, kontext a design, které ovlivňují vnímání chodců a řidičů ve sdíleném prostoru. Výzkum byl proveden pomocí dvou webových průzkumů s preferencí dvou sad odpovědí, které byly shromažďovány od chodců a řidičů a byly prezentovány s různými kombinacemi binárních faktorů tvořících scénáře. Faktory potenciálně ovlivňující vnímání chodců a řidičů shrnul (Kaparias et al., 2012) viz Tabulka 1.

Tabulka 1. Faktory potenciálně ovlivňující vnímání chodců a řidičů (Zdroj: Kaparias et al., 2012)

Chodci	Řidiči
<i>Interní prvky</i>	
Pohlaví	Pohlaví
Věk	Věk
Postižení (např. slepci, vozíčkáři)	Frekvence jízd
Země trvalého pobytu (bydliště)	Znalost sdíleného prostoru
Doprovod (např. děti)	Země trvalého pobytu (bydliště)
Přenášené položky (e.g. kufr, kočárek)	
Běžný mód dopravy (např. auto, bicykl, autobus)	
<i>Externí prvky</i>	
Podmínky dopravního provozu	Podmínky pro provoz vozidel
Intenzita chodců	Hustota chodců
Specifická zařízení chodců (např. posezení)	Typ chodců (děti, starší lidé atd.)
Mobiliář (pouliční „nábytek“)	Počasí a kvalita povrchu
Bezpečnostní zóny	Materiál dlažby a barva
Úroveň osvětlení	Úroveň osvětlení
Počasí a kvalita povrchu	Mobiliář (pouliční „nábytek“)
Prostředí (např. stromy a rostliny)	Velikost vozidla
	Pasažéři vozidla
	Charakteristika cesty (účel, délka atd.)



Kaparias et al. (2012) tvrdil, že zatímco bylo mnoho prací uděláno s cílem, aby se stanovilo vnímání chodců směrem ke sdílenému prostoru a začlenilo se toto do návrhu prostoru, existuje nevyjasněnost výzkumu o vnímání řidičů. I tam, kde toto bylo zkoumáno, bylo cílem vysvětlit vnímání chodců, jako jsou citované v práci Gerlach, Boenke, Leven a Methorst (2008a, 2008b) in Kaparias et al. (2012). Žádná práce nebyla provedena ve vazbě na jednotlivých parametrech ovlivňujících pohodlí řidičů.

Vzhledem k tomu, že úspěšný provoz ve sdíleném prostoru vyžaduje dopravní proud s nízkou intenzitou a nízkými rychlostmi, je důležité vědět, které faktory by mohly snížit jistotu řidičů nebo by je mohly odradit od používání komunikace, čímž by se dosáhlo požadovaných podmínek pro zvýšení sebedůvěry chodců. Potenciálně relevantní faktory byly nalezeny a shrnuty Kapariaseem et al (2012) a podrobněji probrány v níže uvedené obecné literatuře. Jedná se o faktory chování při řízení, které zahrnují například: pohlaví a věk (Özkan & Lajunen, 2006), obeznámenost s cestou (Martens & Fox, 2007), země bydliště (Golias & Karlaftis, 2001), ale také osvětlení (Mayeur, Bremond, & Bastien, 2010), velikost vozidla (Harb, Radwan, & Yan, 2007), ostatní cestující ve vozidle (Fleiter, Lennon, & Watson, 2010) a celková „složitost“ prostředí, které by vyžadovalo zvýšenou pozornost ze strany řidiče (Stinchcombe & Gagnon, 2010).

Závěry samotné práce (Kaparias et al., 2012) tj. data průzkumu byly získány s pomocí binárních logistických regresních modelů, včetně hlavních i interakčních efektů. Výsledky ukázaly, že pro chodce je doprava vozidel, poskytování bezpečných zón a úroveň osvětlení nejdůležitější mezi externími (dle scénáře specifickými) atributy, zatímco věk a pohlaví byly dominantní mezi interními (respondentově specifickými) atributy. Pro řidiče, na druhé straně to byla přítomnost versus nepřítomnost dětí a starších osob, hustota chodců a úroveň osvětlení nejdůležitější mezi vnějšími proměnnými, zatímco předchozí znalosti o sdíleném prostoru a zemi bydliště (pouze s ohledem na respondenty ze Spojeného království nebo ze Spojeného království, více výzkumu, který je nutný pro zkoumání skupiny mimo Spojené království). Výsledky naznačují, že chodci se ve sdíleném prostoru cítí nejpohodlněji za podmínek, které lze zajistit tak, aby jejich přítomnost byla zřejmá i ostatním účastníkům silničního provozu. Tyto podmínky zahrnují dopravu s menším počtem vozidel, s vysokým počtem chodců, s kvalitním osvětlením a mobiliářem určeným pouze pro chodce. Naopak přítomnost mnoha chodců, zejména dětí a starších osob, způsobuje, že řidiči cítí nejistotu, avšak to zvyšuje jejich ostražitost.

Vaa (2013) se zaměřil na **konflikt mezi řidičem a chodcem** projevujícím se v chování obou účastníků **na přechodu**. Autor vychází z praktických zkušeností a z analýz nehod na přechodech. Uvádí, že příčinou střetů řidičů a chodců na běžně vyznačených přechodech pro chodce je interpretace přechodu řidičem a chodcem. Pro řidiče to je prostor kde se ne vždy pohybují chodci a spoléhá se na volný průjezd. Chodec vnímá přechod jako své teritorium, které jej chrání před řidičem. Řešení autor vidí ve stanovení jasných pravidel pro chování řidiče a chodce na přechodu a výraznější vyznačení a signalizaci přechodu, než je běžné značení.

Ferenchak & Marshall (2018) se zabývali ve své práci chováním účastníků silničního provozu, kteří si uvědomují své okolí, stejně tak jako i ostatní účastníci a v reálném čase si berou podněty od těchto ostatních účastníků, aby tak intuitivně zavedli řád do dopravního

systému. Tento řád či struktura, zavedená z nevyslovených podnětů jiných účastníků dopravního systému namísto pravidel, je autory označován jako tzv. spontánní řád („spontaneous order“). Cílem jejich výzkumu bylo lépe porozumět konfliktům mezi vozidly a chodci a prozkoumat, jak spontánní řád usměrňuje provoz křižovatek v Indii. Konkrétněji se Ferenchak & Marshall (2018) zabývali dvěma položenými výzkumnými otázkami: (i) které faktory ovlivňují spontánní řád?; (ii) kdy převažují změny mezi režimy dopravy? V závěru své práce poukazují na fakt, že svět se vyvíjí směrem, kdy dvě třetiny populace budou žít v urbanizovaném prostředí, a to ve vazbě na zvyšující se podíl chůze a jízdy na kole v dopravě bude počet konfliktů mezi vozidly a jinými druhy dopravy narůstat. Je proto nezbytné pochopit, jak tyto konflikty probíhají a jaké faktory ovlivňují řád a chování účastníků provozu. Poukazují na důležitost pochopení konceptu spontánního řádu, protože i v konvenčních dopravních systémech neověřené sociální podněty ovlivňují chování uživatelů a měly by také ovlivňovat vlivový design dopravy.

Konflikty mezi chodci a vozidly v konvenčních dopravních prostorech byly studovány v kontextu založeném na pravidlech dopravního provozu. Nejedná se tudíž o volný a společný prostor sdílený všemi účastníky. Z hlediska pravidel provozu existují specifické konfliktní oblasti, kde lze míru konfliktu rozumně předvídat na základě relativní úrovně vystavení chodců a vozidel specifickým konfliktním podmínkám (Bönisch & Kretz, 2009). I když daná metoda založená na pravidlech provozu je hodnotná, nevystihuje kompletně celou problematiku. Nezohledňuje vliv posunu v chování a priorit vyvolaných spontánním sociálním řádem. Faria et al. (2010) prokázali, že sociální podněty jsou ve skutečnosti schopny vytvořit řád v dopravním systému. Při přechodu vozovky chodec bere v potaz nespecifikované podněty podle chování ostatních přecházejících uživatelů v systému. Konkrétně chodec pravděpodobněji přechází na křižovatce, pokud zde také přecházejí chodci v jeho blízkosti a ještě pravděpodobněji bude následovat chodce stejného pohlaví (Faria et al., 2010). To ukazuje na to, že chodci berou v potaz sociální podněty, alespoň od ostatních chodců. Předchozí výzkum také naznačuje, že chování řidičů se liší od chování chodců (Harrell, 1993). Řidiči se s vyšší pravděpodobností vyhnou křižovatkám s neřízenými přechody pro chodce, pokud zde chodci projevují své přání k přechodu např. pozdvižením ruky nebo natažením paže (Crowley-Koch & Van Houten, 2011). To naznačuje, že intermodální podněty také ovlivňují spontánní pořádek v našich tradičních dopravních prostorech, ale méně výzkumu se věnuje vlivu řidičů na chodce a tomu, který z těchto vlivů má větší váhu.

Literární zdroje dokazují, že i v konvenčních prostorech řízených dle dopravních pravidel je možné nalézt vliv spontánního řádu (Charny, 1996). I přesto, že zde platí pravidla, která jsou zavedena pro řízení chování, uživatelé systému stále reagují na chování ostatních uživatelů, aby tak pomohli vytvořit tento jistý řád. Tyto reakce jsou výsledkem několika různých faktorů. Helbing a Molnár (1995) zjistili, že chodci mají sklon reagovat na směs vnitřních motivací a sociálních sil detekovaných v okolním (sociálním) prostředí. Tímto způsobem různé změny v sociálním prostředí mohou ovlivnit chování různých uživatelů systému (Helbing & Molnár, 1995). Prvotní výzkumy tohoto jevu se primárně zaměřily na faktory související s počtem výskytu konfliktů. Mezi takové faktory patří intenzity různých uživatelů přítomných v přepravním prostoru a rychlosti projíždějících vozidel. Masaoe (1998) zjistil, že na křižovatkách v Tanzanii koreloval větší počet chodců s vyšší mírou střetu chodců/vozidel.

Vědci také zjistili, že zvýšené rychlosti vozidel korelovaly s menším počtem konfliktů mezi chodci a vozidly (Masaoe, 1998). Lze však předpokládat, a to s vysokou mírou pravděpodobnosti, že konflikty vozidlo/chodec při vyšších rychlostech mají mnohem fatálnější dopady. Další výzkum provedený s pomocí logistických regresních modelů kvantifikoval vliv faktorů na ochotu/možnost řidiče dávat přednost chodcům na přechodu u vjezdu/výjezdu z dvoupruhové okružní křižovatky (Salamati, Schroeder, Geruschat a Roupail, 2013).

Himanen & Kulmala (1988) navrhli multinomiální logitový model ke zkoumání reakce chodců a řidičů při „setkání“, ke kterým dochází na přechodech pro chodce. Mezi nejdůležitější vysvětlující proměnné modelu patřila vzdálenost chodců od obrubníku, velikost města, počet současně přecházejících chodců, rychlost vozidla a velikost skupin vozidel. Při pohledu na dominanci spontánního pořádku v tradičních dopravních prostorech, objevy z Finska naznačují, že více chodců na přechodech vede k vyšší pravděpodobnosti brzdění vozidel a pokračování chodců v chůzi (Himanen & Kulmala, 1988). Větší velikosti skupin vozidel jsou v korelaci s nižší pravděpodobností brzdění vozidel a nižší pravděpodobností, že chodci pokračují v chůzi. To naznačuje, že počet (intenzita) různých skupin uživatelů může ovlivnit jak počet konfliktů, tak i to, který uživatel komunikace má přednost v případě možného konfliktu. Za překvapivé zjištění lze považovat to, že konstrukční prvky, jako je šířka ulice a existence středového ostrůvku, významně nesouvisely s chováním uživatelů (Himanen & Kulmala, 1988). Huang a Cynecki (2000) zjistili, že opatření na zklidňování dopravy významně neovlivnila počet řidičů, kteří dávají přednost chodcům. Tato zjištění dále zpochybňují vliv konstrukčních zásahů dopravní infrastruktury na spontánní řád při možných konfliktech chodců s vozidly.

Mnoho dalších studií nachází souvislosti mezi **charakteristikami chodců a řidičů a řidičů dávající přednost chodcům**. Celkově lze říci, že vyšší intenzity chodců mohou souviset s vyšší mírou ochoty řidiče dávat jim přednost (Stapleton et al. 2017). Specifické vlastnosti pro chodce se mohou také týkat poddajnosti řidiče. Řidiči mají tendenci častěji dávat přednost chodcům, kteří drží hůl (Salamati et al. 2013), a chodcům, kteří nosí jasnější oblečení (Harrell, 1993). Několik studií naznačuje, že řidiči dávají přednost chodcům dle rasové příslušnosti s upřednostněním (Goddard et al., 2015; Coughenour et al. 2017). Jedna studie naznačuje, že řidiči dražších automobilů dávají chodcům méně často přednost než řidiči levných automobilů (Piff et al., 2012).

Anciaes & Jones (2018) publikoval výsledky studií, jejichž cílem bylo porozumět **preferencím chodců k využívání různých typů uličních přechodů**. Předběžná kvalitativní studie zjistila, že vnímání přechodů lidmi je formováno aspekty, jako jsou bezpečnost, pohodlí, doba průjezdu, dostupnost a osobní bezpečnost. Hlavní kvantitativní studie se skládala z uvedeného průzkumu preferencí realizovaného ve třech čtvrtích anglických měst v blízkosti rušných ulic. Účastníci byli nejprve požádáni, aby uvedli, jak příjemně se cítili za použití různých typů přechodových zařízení. Lávky a podjezdy byly systematicky hodnoceny pod úrovní přechodů se SSZ. Účastníci byli pak požádáni, aby si vybrali mezi různou dobou chůze, aby tak využili určitý typ přechodů, nebo se zcela vyhnuli překročení silnice. Pomocí analýzy výběru s pomocí smíšeného logitového modelu vyplynulo, že v průměru jsou účastníci ochotni chodit dalších 2,4 až 5,3 minuty, aby použili přechod řízený SSZ a vyhnuli se tak použití lávek a podchodů. Ženy a starší účastníci byli ochotni jít i delší dobu, aby se těmito zařízeními vyhnuli.

Účastníci se vyhýbají překračování silnice pouze v případě, že dodatečný čas pro použití přímého přechodu se SSZ je vzdálen alespoň 20,9 min chůze. Odhadované hodnoty ochoty chodit byly o něco menší při použití podmíněného logitového modelu. Studie poskytuje informace, které jsou užitečné pro politická rozhodnutí o frekvenci a typu zařízení pro chodce, která mohou být k dispozici na rušných ulicích.

Jak ukazují výše uvedené citace odborné literatury, s důležitými fakty pro posuzování problematiky vnímání chodců a řidičů motorových vozidel, je nutná podrobná znalost široké řady reálných podmínek možných v místech potenciálních konfliktů chodců a vozidel (konkrétně míst pro přecházení, přechodů pro chodce) a dále pak podrobná analýza procesů vnímání všech účastníků provozu.

### 3.1 Přechody pro chodce

Zákon 13/1997Sb. O pozemních komunikacích zmiňuje problematiku přechodů pro chodce pouze okrajově a to v §12, odstavci 4., kde uvádí: „Pokud nejsou samostatnými místními komunikacemi, jsou součástí místních komunikací též přilehlé chodníky, chodníky pod podloubími, veřejná parkoviště a obratiště, podchody a zařízení pro zajištění a zabezpečení přechodů pro chodce“ a dále v §14., odstavci 1b. uvádí: „nejsou součástí ani příslušenstvím (Pozn. myšleno dálnic, silnic a místních komunikací) zábradlí, řetězy a jiná zařízení pro zajištění a zabezpečení přechodů pro chodce, veřejné osvětlení, světelná signalizační zařízení sloužící k řízení provozu“. ČSN 73 6110 (2006), Projektování místních komunikací, však rozšiřuje oproti zákonu výčet součástí komunikací a uvádí řadu dalších objektů a zařízení místních komunikací sloužících především pro zvýšení bezpečnosti provozu jako např. zachytné systémy, vodící a ochranná zařízení, proti-nárazové zábrany a únikové zóny. Dále pak opatření pro zklidnění dopravy, obruby, dopravní značky a dopravní telematiku.

Dle zákona 361/2000Sb., O provozu na pozemních komunikacích, (§2), je za **přechod pro chodce** považováno místo na pozemní komunikaci určené pro přecházení chodců, vyznačené příslušným dopravním značením. Podmínky pro vyznačení přechodů jsou dány vyhláškou 294/2015Sb. (O provádění pravidel provozu na pozemních komunikacích). Tato vyhláška stanovuje podmínky pro svislé a vodorovné dopravní značení, světelné a akustické signály a označení osob pověřených k zajištění bezpečného přechodu osob. Dále je dopravní značení specifikováno technickými podmínkami Ministerstva Dopravy tj. TP 65 (2013), TP 133 (2013), TP 169 (2005) viz [www.pjpk.cz](http://www.pjpk.cz). Pro takto vyznačené místo platí pro řidiče povinnosti dané zákonem 361/2000 Sb., §5 a to: „snížit rychlost jízdy nebo zastavit vozidlo před přechodem pro chodce, sníží-li rychlost jízdy nebo zastaví-li vozidlo před přechodem pro chodce i řidiči ostatních vozidel jedoucích stejným směrem“ a dále platí, že řidič nesmí: „ohrozit nebo omezit chodce, který přechází pozemní komunikaci po přechodu pro chodce nebo který zjevně hodlá přecházet pozemní komunikaci po přechodu pro chodce, v případě potřeby je řidič povinen i zastavit vozidlo před přechodem pro chodce; tyto povinnosti se nevztahují na řidiče tramvaje“. Dále zákon stanovuje další pravidla týkající se jak chování řidičů (§§17, 24 a 27), chodců (§54) a cyklistů (§57), které mají vliv na bezpečnost silničního provozu a při přecházení.

Kromě přechodu pro chodce zákon 361/2000Sb. definuje též pojem **místo pro přecházení** vozovky, který však není blíže specifikován. Zákon pouze stanoví, že mimo přechod pro chodce je dovoleno přecházet vozovku jen kolmo k její ose. Před vstupem na vozovku se chodec musí přesvědčit, zdali může vozovku přejít, aniž by ohrozil sebe i ostatní účastníky provozu na pozemních komunikacích. Chodec smí přecházet vozovku, jen pokud s ohledem na vzdálenost a rychlost jízdy příjíždějících vozidel nedonutí jejich řidiče k náhlé změně směru nebo rychlosti jízdy. Chodec nesmí překonávat zábradlí nebo jiné zábrany na vozovce. Teprve vyhláškou č. 294/2015 Sb. byla zavedena vodorovná značka V 7b „Místo pro přecházení“. Žádná svíslá značka k označení místa pro přecházení vozovky nebyla zavedena. Díky svému grafickému provedení bude značka č. V 7b zřejmě snadno zaměnitelná s vodorovnou dopravní značkou č. V 8a „Přejezd pro cyklisty“.

Dle ČSN 73 6110 (2006) je dominantní podmínkou pro **zřízení přechodu pro chodce** liniová poptávka po přecházení na komunikacích s oboustrannou zástavbou a aktivním využitím okolí (např. obchody, zařízení služeb) a v místech soustředěných zastávek veřejné dopravy (v přestupních uzlech). Tato poptávka po přecházení se má uspokojit vhodnými opatřeními a soustřeďovat je na přechody pro chodce. V článku 10.1.3.1 ČSN 73 6101 se uvádí, že přechody pro chodce se na místních komunikacích zřizují a umísťují v závislosti na charakteru urbanizace a z toho vyplývající poptávce po přecházení, a to v závislosti na funkční skupině místní komunikace (MK) viz dále:

- Na MK rychlostních (funkční skupiny A) a na komunikacích s dovolenou rychlostí větší nebo rovné 70 (km/h) se mohou zřizovat přechody pouze mimoúrovňové (po mostě, v podjezdu, nebo jako samostatná lávka nebo podchod) a jejich vzájemná vzdálenost nemá v zastavěném území podle charakteru zástavby přestoupit hranici 500 (m); na přechodových úsecích těchto komunikací mohou být mimoúrovňové přechody ve vzdálenostech 1000 (m), v odůvodněných případech i více.

- Na MK sběrných (funkční skupiny B) v kompaktní zástavbě se přechody pro chodce obvykle zřizují na všech křižovatkách a mohou se zřizovat i v mezikřižovatkových úsecích podle místních podmínek a podle poptávky po přecházení. Mají se zřizovat na všech paprscích křižovatek a obvykle se zřizují, pokud poptávka po přecházení přestoupí ve špičkové hodině pracovního dne hodnotu 50 (chodců/h). V odůvodněných případech (např. na průtazích silnic menšími obcemi) se mohou zřídit i při menší poptávce. Vzájemná vzdálenost přechodů pro chodce má být  $\leq 200$  (m), podle místních podmínek se může zvětšit. Naopak při odpovídající poptávce po přecházení a vhodných místních charakteristikách je možné přechody v mezikřižovatkových úsecích zřizovat i v kratších odstupech. Na přechodových úsecích MK funkční skupiny B mohou být přechody podle místních podmínek ve vzdálenostech větších.

- Na MK obslužných (funkční skupiny C) se přechody navrhuje v závislosti na dopravním významu komunikace, především pokud je jejich existence nezbytná (zejména na průjezdných úsecích silnic). Mohou se zde také navrhopvat místa pro přecházení. V zónách s omezenou dovolenou rychlostí na 30 km/h se přechody pro chodce obvykle nenavrhují.

**Situování přechodů pro chodce** nebo opatření pro usnadnění přecházení v kompaktně urbanizovaném území musí respektovat existující pěší příčné vztahy. Je-li před přechody pro chodce přes paprsky křižovatky potřebné vytvořit dostatečný prostor pro odbočující, připojující se nebo křižující vozidla, nemá odsun přechodu od přímého směru chůze činit více než 4 m.

Úrovnňový přechod pro chodce má křížit jízdní pruhy/pásky kolmo a má být umístěn tak, aby rozhledové poměry splňovaly stanovené požadavky. Přechod pro chodce se má vyznačit zvýrazněným svislým a vodorovným dopravním značením. Svislé značení může být v odůvodněných případech po obou stranách komunikace (případně jízdního pásu, značka IP6). V zájmu bezpečnosti chodců a v zájmu dodržení doporučených délek přechodu se mají přechody vybavit vhodnými stavebními opatřeními (vysazené chodníkové plochy, ochranné/dělicí střední ostrůvky, zvýšené plochy). Dopravní značení musí být i za tmy zřetelné. Na místních komunikacích obchodního charakteru s intenzivním využitím bočních prostorů při intenzitách dopravy menší jak 15 000 vozidel za 24 hodin se může v odůvodněných případech zajistit průběžná možnost přecházení pomocí středního dělicího pásu při případném užití opatření pro regulaci rychlosti.

Přechod pro chodce se zřizuje jen tam, kde nejvyšší dovolená rychlost není vyšší než 50 (km/h). Na komunikacích s vyšší dovolenou rychlostí než 50 (km/h) se omezí dovolená rychlost před přechodem (jak vyznačeným pouze dopravním značením, tak i se světelnou signalizací) na nejvýše 50 (km/h). Jestliže před přechody není dostatečně dodržována nejvyšší dovolená rychlost, provedou se bez ohledu na počty přecházejících chodců opatření pro regulaci rychlosti podle zvláštních předpisů, např. TP85 (2013), TP132 (2000), TP135 (2017) a TP145 (2001), která dodržování dovolené rychlosti prosadí.

Norma ČSN 73 6110 doporučuje na přechodech pro chodce dle místních podmínek užít řadu opatření pro zvýšení bezpečnosti chodců (viz čl. 10.1.3.12). Jedním z opatření je intenzivnější osvětlení přechodu pro chodce, nebo i osvětlení s odlišným zabarvením světla. Světelný zdroj má být umístěn nad nebo před přechodem a má zajistit viditelnost chodců z obou směrů i na čekacích plochách a současně viditelnost vodorovného značení. Doporučuje se zajistit také delší dobu osvětlení. Norma nespécifikuje omezení místa zřízení takto osvětleného přechodu ve vazbě na okolí s výjimkou umístění u křižovatky se světelným signalizačním zařízením, ale toto omezení je specifikováno v dalších normativních viz dále.

Dalšími opatřeními na vybraných přechodech pro chodce doporučovaných a zohledňujících specifika místních podmínek mohou být: zvýraznění světelnými signály (přerušovaným žlutým světlem; fluorescenční žlutozelený podklad dopravního značení; zabudování LED diod do vozovky tzv. zvýrazňující knoflíky, jejich užití viz TP 217,(2017); barevné povrchy vozovek s vysokým smykovým třením (např. Rocbinda tj. obchodní označení směsi pokrytí povrchu vozovky od firmy Jobling Purser Ltd., UK) atd. Současnost přináší i další, někdy až kuriózní výzvy ke zvýšení bezpečnosti na přechodech, kdy například je potřebné zajistit pohyb uživatelů chytrých mobilních telefonů, kteří se pohybují po městě s převážně skloněnou hlavou; např. příčně umístěnými zvýrazňujícími knoflíky před přechodem (The Guardian, 2016). Další detailnější pravidla k dopravnímu značení obsahují technické podmínky: TP 65, TP 133, TP 169 viz [www.pjpk.cz](http://www.pjpk.cz).

**Osvětlené přechody pro chodce.** Specifickým problémem v souvislosti s přechody pro chodce je noční jízda. Této situaci je věnována ve světovém měřítku řada výzkumů, zaměřených na detekování chodce na přechodu se zaměřením na faktory, které mohou ovlivňovat včasné detekování přecházející osoby. Cílem těchto výzkumů je určit viditelnou vzdálenost chodce se zaměřením na označení přechodu, na chodce, na řidiče a vozidla. Jako sledované proměnné přicházejí v úvahu typ a značení přechodu, barva šatů chodce, stav světlometů, věk řidičů a zkušenost s řízením, únava řidiče a index zraku řidiče.

Bullough et al. (2009) vypracovali studii, jejíž účelem bylo systematicky vyhodnotit různé přístupy k osvětlení přechodů pro chodce tak, aby se zlepšila viditelnost a detekce chodců. Projektový tým provedl řadu fotometricky přesných simulací osvětlení, aby vyhodnotil vizuální podmínky vyplývající z různých konfigurací osvětlení a posoudil ekonomičnost (počáteční náklady, náklady na elektřinu a údržbu) každého hodnoceného systému. Nejslibnější konfigurace osvětlení byla testována během noci na křižovatce v New Jersey. Výsledky vizuálního výkonu a ekonomických zhodnocení shodně doporučily zářivkový světelný systém a orientovaný tak, aby poskytoval svislé osvětlení chodců na přechodu. Výsledky experimentů provedených v terénu také potvrdily, že řešení založené na osvětlení umístěném ve směrových sloupcích (Pozn. v textu označených termínem „patník“) by bylo též praktické. Rovněž se tato studie zabývala použitím žaluzií pro kontrolu oslnění a koordinací úrovně výstupního světla s načasováním výstražných signálů pro chodce. Studie, jak autoři uvádí, si neklade za cíl vytvářet normu, specifikaci nebo předpis.

Předchozí výzkumy (Uttley, 2017) prokázaly, že po setmění se zvyšuje riziko kolizí s chodci a závažnost utrpěných zranění. Autoři výzkumu říkají, že: “Přechody pro chodce jsou určeny k tomu, aby bylo bezpečnější přejít silnici, ale není jasné, zda jsou v tomto směru účinné po setmění ve srovnání s denním světlem“. Změny hodiny, dvakrát ročně, vyplývající z přechodu na letní/zimní čas byly použity pro porovnání kolizí v silničním provozu (Road Traffic Collisions, RTC) ve Velké Británii a to během denního světla a za tmy, ale ve stejnou denní dobu. Tímto přístupem se kontrolovaly potenciální vlivy na hodnoty (počty) RTC, která nesouvisí s osvětlením okolí na přechodu pro chodce. Statistická analýza naznačuje, že existuje významně vyšší riziko RTC pro chodce na přechodu po setmění než za denního světla. Výsledky také naznačily, že riziko přecházení a RTC bylo vyšší na přechodu pro chodce než na místě, které bylo nejméně 50 (m) od přechodu. I když tyto výsledky ukazují zvýšené nebezpečí pro chodce na stanoveném přechodu po setmění, toto zvýšené riziko není způsobeno nedostatkem osvětlení v těchto lokalitách, protože 98 % RTC na přechodech pro chodce bylo po setmění osvětleno pouličním osvětlením. Daná studie vyvolala otázky o přiměřenosti a účinnosti osvětlení používaného na přechodech pro chodce.

Fotios&Gibbons(2018) ve svém přehledu shrnuli různá doporučení pro osvětlení silnic tak, jak jsou uváděna v různých pokynech a normách; především specifikovali požadované intenzity osvětlení. V citovaném přehledu uvádějí, že v USA bylo v počátečním přístupu nutné stanovení světelných úrovní osvětlení a bylo potřebné zvážit, jak změny osvětlení ovlivní četnost kolizí silničního provozu a tím i bezpečnost cestujících ve vozidlech včetně nejzranitelnějších účastníků silničního provozu - chodců. Tento přístup se stal základem pro doporučení k osvětlení silnic organizací IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) a je stále platný jako základ současných norem odvozených z práce Box (1972).

V mnoha zemích existují zákony a předpisy, které stanovují požadavky na osvětlení přechodů pro chodce a chodců samotných. Řada z nich vyplývá přímo z doporučení Mezinárodní komise pro osvětlení CIE 2010, tj. technické zprávy vypracované nevládní samofinancující se organizací s mezinárodní působností a s výměnou informací o všech záležitostech týkajících se světla a osvětlení (Commission Internationale de l'Éclairage). Ve

svých publikacích (technických zprávách) uvádí doporučení a pokyny týkající se pravidel a úrovní osvětlení, jakož i postupy výpočtů a metody měření. Na podkladu této publikace byly vydány Evropským výborem pro normalizaci (CEN) normy, včetně zpráv o silničním osvětlení (např. CEN / TR 13201-1), které se staly součástí národních norem členských států EU.

Svítilivost jakéhokoliv bodu na povrchu vozovky je funkcí osvětlení a odrazových vlastností materiálu vozovky. Metoda jasu proto vyžaduje znalost vlastností povrchu vozovky a geometrie mezi světelným zdrojem a pozorovací polohou vzhledem k bodu na povrchu vozovky. Potřeba učinit předpoklady ohledně pozorovacího bodu a směru pozorování znamená, že design založený na jasu je aplikován pouze na takové situace, jako jsou dálnice, kde lze předpokládat daný předpoklad. V konfliktních oblastech, kde je pravděpodobné více směrů pohledu, byl zachován návrh založený na osvětlení. Povrchy vozovek jsou rozděleny do malého počtu reprezentativních tříd podle typu povrchového materiálu a textury (v některých zemích je to také faktor počasí) a pro každou třídu je reprezentativní tabulka odrazivosti povrchu vozovky.

V České republice jsou informace a požadavky na osvětlení pozemních komunikací dány ČSN CEN/TR 13201-1, ČSN EN 13201-2, ČSN EN 13201-3 a ČSN EN 13201-4. Další národní norma ČSN P 36 0455 doplňuje problematiku zařazení pozemních komunikací do tříd osvětlení, uvádí pravidla pro zřizování adaptačních pásem, spínání a regulaci osvětlení pozemních komunikací apod. Dále upřesňuje požadavky na teplotu a barvy světla, uvádí postup při stanovení udržovacího činitele. V normě je dále řešena problematika zvýraznění chodců na přechodech viz dále. Je uvedena doporučená geometrie osvětlovacích soustav. Dále jsou zde uvedena pravidla ochrany nočního prostředí (světelné znečištění).

ČSN EN 13201-2 (platnost od 04.2019), uvádí v příloze B (informativní) požadavky osvětlení přechodů pro chodce s požadavkem na dosažení negativního kontrastu (viz Obrázek 1.), při kterém je chodec vnímán jako tmavá silueta proti světlému pozadí.



Obrázek 1. Negativní kontrast osvětlení chodce (Zdroj: Tomczuk et al., 2019)

A dále uvádí, že v případě použití místního osvětlení přechodu přidavnými svítilny by záměrem mělo být přímo osvětlit chodce na přechodu a u něj a to tak, aby řidič byl upozorněn na jeho přítomnost. Za doplnění informací k této normě lze považovat ČSN P 36 0455, kde v Příloze A. (normativní) „Přisvětlování přechodů pro chodce“ je uvedena konkretizace podmínek vztahujících se nejen k osvětlení samotných přechodů pro chodce, ale i míst zřizování přechodů a postupů při zřizování přechodů pro chodce. ČSN P 36 0455, Příloha A.



částečně převzata z dokumentu (TKPSPK 15, 2015) a následně upravena. Svislá osvětlenost se volí na základě jasů komunikace/pozadí. Není-li jas známý, stanoví se z osvětlenosti komunikace přepočtem pomocí průměrného součinitele jasů. Svítidla nesmí být v menší výšce než 4 m nad vozovkou (pro zachování průjezdného prostoru). Průměrná udržovaná vodorovná osvětlenost vozovky v úseku základního prostoru nemá být vyšší než trojnásobek průměrné udržované svislé osvětlenosti základního prostoru. Citovaná Příloha A. vylučuje současný provoz přisvětlení přechodu pro chodce a zvýrazňujících knoflíků. Svítící zvýrazňující knoflíky je možné používat za dne, a nikoliv po setmění, kdy je aktivní přisvětlení přechodů pro chodce. Dále jsou zde specifikované vzdálenosti závislé na dovolené rychlosti na pozemní komunikaci, kde je možné zřídit další přechod, který není ani přisvětlen, ani řízen SSZ. Tato vzdálenost, měřená v ose pozemní komunikace od osy přechodu, je nejméně:

- 50 (m) pro dovolenou rychlost vyšší než 30 (km/h);
- 100 (m) pro dovolenou rychlost vyšší než 30 (km/h), ale nepřesahující 50 (km/h);
- 150 (m) pro dovolenou rychlost vyšší než 50 (km/h).

Dále norma doporučuje vybavit přisvětlením vždy všechny přechody pro chodce na uceleném úseku pozemní komunikace.

Je zřejmé, že citované normy kladou důraz na zajištění toho, aby pozornost řidiče u přechodu pro chodce byla soustředěna výhradně na vyhledání chodců a nebyla ničím rozptylována. Za nevhodné je proto nutné považovat často v praxi používanou kombinaci přechodu pro chodce s ukazatelem okamžité rychlosti (radarem). Tato kombinace totiž odvádí pozornost řidiče od vyhledání chodců a v konečném důsledku spíše ohrožuje přecházející chodce místo toho, aby přispívala k zvýšení jejich bezpečnosti.

Tomczuk et al., 2019 publikoval studii s návrhem požadavků na osvětlení specifikovaných svítidel, přičemž se dosahuje pozitivního kontrastu jasů (Obrázek 2), který se používá v oblasti přechodů pro chodce spolu s navrhovaným systémem měřicích bodů sítě. Kvantitativní požadavky návrhu byly formulovány s ohledem na odstupňování tříd osvětlení vyplývajících ze stávajících standardů osvětlení.



Obrázek 2. Pozitivní kontrast osvětlení chodce (Zdroj: Tomczuk et al., 2019)

### 3.2 Vnímání chodců řidiči

**Senzorické vnímání.** Zrakovým vnímáním přijímá člověk většinu podnětů z okolního prostředí. Pro řidiče to představuje soubor signálů (informací) přijímaných jednak z vnějšího prostředí související s dopravní situací, jednak signály související s řízením vozidla. Vizuální vnímání je proces, v jehož průběhu je možno rozlišit několik fází zpracování informací:

- získání informace,
- hodnocení informace, analýza situace
- přijetí rozhodnutí,
- uskutečnění rozhodnutí (Štikar, 1991).

Zrakové vnímání zahrnuje některé funkce, nezbytné pro řízení motorového vozidla. Jedná se o zrakovou ostrost (umožňuje rozlišení statických a pohyblivých objektů), zrakovou citlivost umožňující vidění za snížené viditelnosti, schopnost akomodace oka (adaptace oka při vidění blízkých nebo vzdálených předmětů, při oslnění nebo přechodu do tmavého prostředí), barevné a prostorové vidění, pohyblivost očí a šíře zorného pole (Šucha a kol., 2013).

Adekvátní přijímání a vyhodnocování vnějších podnětů ovlivňuje řada skutečností souvisejících jak s fyzickým a psychickým stavem řidiče, tak s jasností a zřetelností vnějšího prostředí. Zrakový postřeh řidiče ovlivňují jeho aktuální neuropsychická kondice, koncentrace pozornosti, zraková ostrost a některé individuální vlastnosti. V souvislosti s vnějším prostředím je významná přehlednost a jednoznačnost okolních podmínek, úroveň světelného režimu a barevnost. V souvislosti s řízením motorového vozidla je důležitá doba potřebná pro zpracování vizuálních podnětů, která je intra- i inter-individuálně odlišná, související s navazujícími motorickými reakcemi řidiče reagujícího na aktuální situaci. V této souvislosti hraje značný význam výcvik a zkušenost řidiče.

V souvislosti se zrakovým vnímáním vystupují do popředí některá jeho specifika, která významně ovlivňují především bezpečnost jízdy. Jedním z nich je **vnímání dynamiky** vlastní jízdy a rychlosti pohybu vozidel ve směru jeho jízdy i v protisměru, a pohyblivost dalších účastníků silničního provozu. Odhady změn v rychlosti pohybujících se objektů však nebývají vždy přesné a tato schopnost řidiče se v podmínkách nočního provozu, respektive za snížené viditelnosti se ještě zhoršuje. Další důležitou podmínkou je **správné barevné vnímání**, důležité pro reagování na světelné signály, diferencování dopravních značek a barevného silničního značení. Oslabené barevné vnímání umožňuje provozovat motorové vozidlo za přehledných a nekomplikovaných podmínek dopravního provozu. Kvalitní barevné vidění také napomáhá strukturování okolního prostředí, zvyšuje kontrast vidění a rychlejší rozlišování. Úplná barvoslepost vylučuje řízení motorového vozidla. Jiné specifické okolnosti pro jízdu motorovým vozidlem vytvářejí **podmínky snížené a nepříznivé viditelnosti**. Jedná se o jízdu v hustém dešti, v mlze nebo za tmy. Za uvedených podmínek se zkracuje délka viditelnosti, zřetelnost objektů na silnici, snižuje se kontrast jasů a existuje riziko oslnění. Tím se podstatně snižuje odhad rychlosti a vzdálenosti.

Štikar, Hoskovec a Štikarová (2003) upozorňují na chyby při vnímání, pozorování a chování řidičů. Tento komplex řidičova jednání se může odchýlit od optimálního průběhu navazujících reakcí, a v tom případě se jedná o řidičovu chybu. Autoři rozlišují tyto chyby na chyby záměrné, kdy řidič vlastním rozhodnutím reaguje na situaci jinak než je žádoucí, a nezáměrné, způsobené selháním řidiče při jeho vnímání vnějších podmínek, které ovlivní jeho reakce. Řidičská

zkušenost se výrazně promítá do eliminace chyb v souvislosti se zrakovým vnímáním. S přibývajícím zkušeností řidiče se zkracuje doba zpracování vizuální informace, zdokonaluje se automatizované ovládání vozidla a tak jsou rychlejší reakce na vizuální podněty, řidič je schopen efektivně rozdělit pozornost na více objektů, účinnějším se stává i periferní vidění, které přispívá k přesnějšímu vyhodnocení dopravní situace. Věk řidiče je důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu vidění. S věkem se zhoršuje především ostrost vidění a akomodace oka snižující oční reakce v situaci změny typu světlo – tma a blízkost – vzdálenost.

**Pozornost** - je psychický stav souběžně se vyskytující s vnímáním i s dalšími psychickými procesy, jejichž jednotlivé vlastnosti jsou důležité pro bezpečné řízení motorového vozidla. Jedná se o zaměřenost (příprava na reakci určitého druhu), soustředěnost (koncentrace, respektive hloubka zaujetí), výběrovost (selektce důležitosti), oscilaci (kolísání pozornosti únavou nebo přirozenými ztrátami koncentrace pozornosti), rozsah (počet sledovaných aktivit nebo předmětů), přepojování (přesun pozornosti z objektu na objekt) a distribuce (rozdělení mezi dvě souběžně vykonávané činnosti).

Také pozornost člověka je snadno ovlivněná aktuálním psychickým stavem (např. emocionální rozpoložení, duševní napětí a stres) i některými jeho individuálními vlastnostmi (roztržitost, snadná ztráta koncentrace apod.). Z analýz dopravních nehod vyplývá, že nejčastějšími příčinami nepozornosti jsou:

- zaměření na jinou aktivitu než je řízení,
- koncentrace na dílčí aspekt řízení,
- zaujetí komunikací s pasažéry,
- telefonování za jízdy,
- nedostatečné rozdělování a přenášení pozornosti,
- únava.

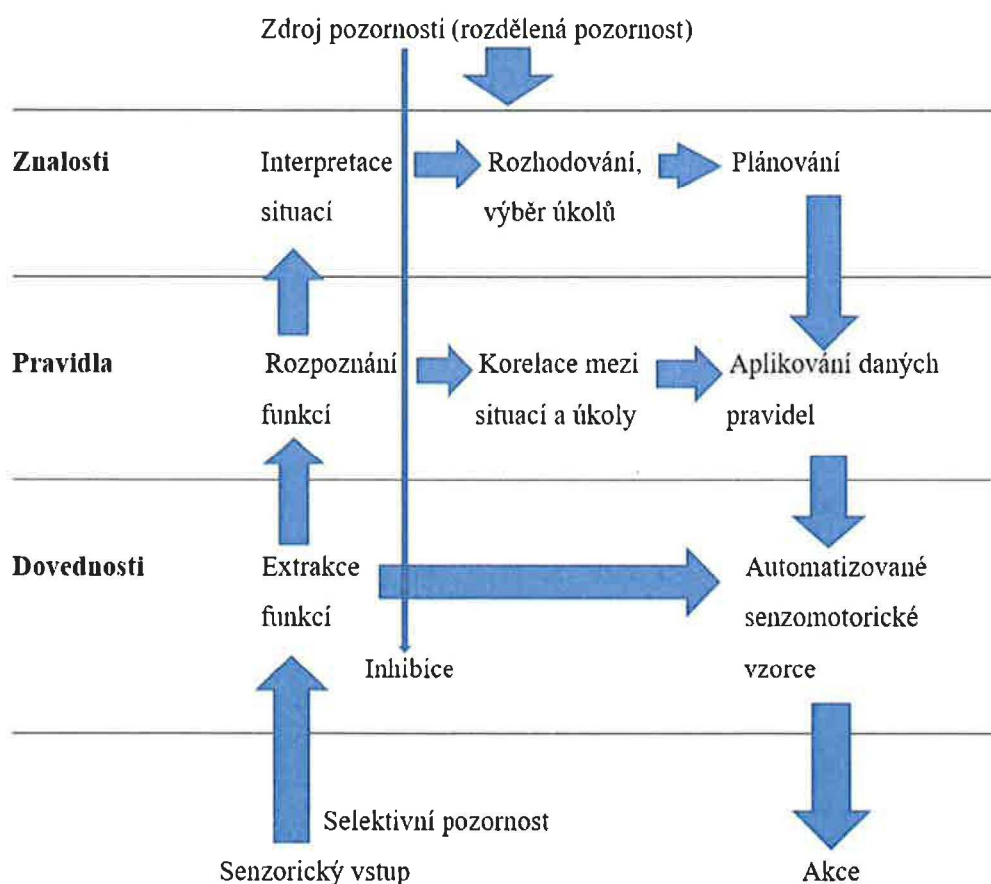
Výcvikem nebo přibývajícím zkušeností řidič získává na schopnosti selektivity pozornosti, rychlého přenášení pozornosti a vnímání vlastní únavy vyžadující přerušování jízdy. Dostatečně široké, pozorné a komplexní vnímání dopravní cesty a dopravní situace napomáhá řidiči předvídat chování ostatních účastníků dopravy (případně registrovat jejich chybná jednání) a tím předcházet kolizím změnou vlastní jízdy.

Základním problémem v souvislosti s pozorností řidiče je optimální udržení pozornosti, (soustředěné pozornosti), která souvisí se stavem nazývaným jako „mentální pohotovost“. Tento stav je úzce propojen s reakčním časem, tedy časovou periodou, která proběhne mezi vizuální informací a počátkem reakce. V praxi to znamená čas, ve kterém řidič reaguje na zaregistrovanou náhlu, nepříznivou, respektive kritickou situaci. Existuje však mnoho okolností, které nepříznivě ovlivňují optimální úroveň pozornosti, s nimiž se řidič musí vyrovnat. Současná technologická úroveň a vybavení interiéru automobilů, složitost dopravního značení a značné množství informačních prostředků podél dopravní trasy představují nadměrnou informační zátěž vedoucí k rozptylování pozornosti

Řízení motorového vozidla je však komplexním chováním, zahrnujícím nejen zrakové vnímání a s ním související pozornost, ale také další mentální procesy a pohybové aktivity. Toto komplexní chování se pokusil vystihnout a ilustrovat Eric B. Rasmussen třístupňovým SRK (skill-rule-knowledge) modelem lidského chování. Shinohara a Renge, (2015, s.83) transformovali tento obecný model lidského chování na chování řidiče motorového vozidla.

1. Úroveň chování založená na dovednostech – získané senzorní informace jsou vyhodnoceny jako známé a reakce řidiče je bezprostřední a rychlá (mnohdy také zautomatizovaná a neuvědomělá). Zpravidla se jedná o řízení a ovládání pedálů.
2. Úroveň chování založená na pravidlech – informace jsou komplexní povahy, řidič je musí diferencovat a zvažovat, vyhodnotit situaci a rozhodovat se podle dopravních regulí (pravidel).
3. Úroveň chování podle znalostí – informace jsou zcela neznámé nebo nejednoznačné, není vyjasněná priorita, kdy je třeba správně interpretovat informace a provést rozhodnutí.

V tomto modelu hraje značnou důležitost pozornost. Jednak pozornost selektivní pro shromažďování informací, jednak pozornost potřebná k provádění navazujících akcí řízení vozidla.



Obrázek 3. Model tříúrovňového chování založeného na Rasmussenově modelu (Zdroj: Shinohara, Renge, 2015, s. 86)

Bucchia, Sangiorgia a Vignali (2012) posuzují komplexnost chování řidičů na silnici ještě v širším kontextu. Vycházejí z dosavadních zjištění, že bezpečnost provozu závisí na integrovaném a komplexním vztahu mezi různými složkami: psychologii řidiče vozidla, dopravou, vozidlem, prostředím a silniční infrastrukturou. Komponenta, která se podle statistik jeví jako nejdůležitější, protože je odpovědná za většinu nehod, je chování řidiče související s jeho vnímáním a vyhodnocováním dopravní situace, s jeho aktuálním fyzickým a psychickým stavem, s osobními vlastnostmi a řidičskou zkušeností.

Wood et al. (2005a,b) publikoval studii, kde kvantifikoval schopnost řidičů rozpoznat chodce v noci. Deset mladých a 10 starších účastníků jelo po uzavřeném silničním okruhu a zodpovědělo otázku, kdy poprvé zaznamenali chodce. Byly testovány čtyři oděvy pro chodce a dvě podmínky osvětlení. Výsledky ukazují, že věk řidiče, uzpůsobení oblečení, světlo reflektorů vozidla a oslnění ovlivňují výkon rozpoznávání. Řidiči rozpoznali pouze 5 % chodců v nejobtížnější situaci (potkávací světla, černé oblečení, vliv oslnění), zatímco řidiči rozpoznali 100 % chodců, kteří měli na sobě retroreflexní oděv uzpůsobený tak, aby zobrazoval biologický pohyb (bez oslnění). Za nepřítomnosti oslnění, střední rozpoznávací vzdálenosti se měnily od žádné vzdálenosti (starší řidiči, potkávací světlo, černé oblečení) až po 220 metrů (mladší řidiči, dálkové světlo, pohyb osoby a retroreflexní prvky). Tato data poskytují novou motivaci pro minimalizaci interakce mezi vozidly a chodci v nočních podmínkách a podporují navrhování oděvů, které budou maximalizovat viditelnost chodců v případě nevyhnutelnosti interakce.

Borowsky et al. (2012) zkoumal, jak zkušení a mladí nezkušení řidiči (vyškolení v oblasti vnímání nebezpečí nebo nikoli) reagují na chodce a jak je identifikují, když se nacházejí na místních komunikacích obytných čtvrtí a na městských komunikacích umístěných mimo tyto čtvrti (obvykle méně obydlených). V rámci testu vnímání nebezpečí byli účastníci spojeni se systémem sledování pohybu očí („eye-tracking“) a byli požádáni, aby sledovali 58 filmů dopravních scén a po každém zjištění nebezpečné situace stiskli tlačítko „odpověď“. Analýza všech událostí souvisejících s chodci ukázala, že bez ohledu na zkušenosti s řízením nebo výcvikem řidiči zjišťují chodce méně často, když se objevují v městských oblastech a častěji, když se objevují v obytných oblastech. Zkušení řidiči navíc zpracovávali informace efektivněji oproti mladým a nezkušeným řidičům (jak vyškolení, tak i netrénovaní), pokud identifikovali chodce.

Předvídání nebezpečí nebo uvědomění si nebezpečí (Hazard Awareness – HA) může být definováno jako schopnost řidičů „číst cestu“ a rozpoznat místo, kde by podněcovatel nebezpečí mohl vstoupit do dráhy řidiče (Horswill & McKenna, 2004). V odborné literatuře je možné se také setkat s termínem vnímání nebezpečí „Hazard Perception - HP“). Schopnosti HA/HP je často hodnocena vizuálními vyhledávacími úkoly (Horswill, Garth, Hill, & Watson, 2017). Řidiči obvykle shlédnou prezentaci krátkých filmů, které představují reálné situace z pohledu řidiče jedoucího po silnici. Dovednosti HA (HP) řidičů jsou hodnoceny na základě počtu identifikovaných případů a podle doby odezvy stisknutím tlačítka označujícího, že skutečně nebezpečí identifikovali (např. Borowsky & Oron-Gilad, 2013; Crundall, Andrews, Loon, & Chapman, 2010; Horswill, Hill, & Wetton, 2015; Mills, Parkman, Smith, & Rosendahl, 1999 a další).

Kahana-Levy, Shavitzky-Golkin, Borowsky, & Vakil (2019a) ve své studii uvádí, že nedávné důkazy srovnání zkušených řidičů s mladými nezkušenými řidiči prokazují častější účast nezkušených na haváriích především z důvodu jejich špatného vnímání nebezpečí (HP). Lze tudíž předpokládat, že HP dovednosti se rozvíjejí se zkušenostmi a mohou být rozvíjeny školením. Autoři studie předpokládali, že jako každá jiná dovednost se HP vyvinula prostřednictvím implicitní výuky. Současné tréninkové metody se však spoléhají na vědomé učení, kde jsou mladí nezkušení řidiči poučeni o tom, jaká nebezpečí by měli hledat a kde by se mohla nacházet. Studie zkoumala účinnost nového školicího postupu, ve kterém byli studenti opakovaně vystaveni cílovým videoklipům řidičských scénářů vložených do scénářů s odlišným obsahem. Každé z cílových videí obsahovalo scénáře buď viditelného nebezpečí, skrytého materializovaného nebezpečí, nebo skrytého nematerializovaného nebezpečí. Experimentu se zúčastnilo 23 mladých nezkušených řidičů a 35 zkušených řidičů s následným školením o testování přenosu. Dalších 24 dalších mladých nezkušených řidičů se účastnilo pouze testování přenosu bez proškolení. Během experimentu se účastníkům ukázaly nové rizikové videoklipy. Účastníci museli reagovat stisknutím tlačítka v okamžiku identifikace nebezpečí. Během experimentů byl také sledován pohyb očí („Eye-tracking“) pomocí vzorů fixací a jako odhad pro vyhodnocení výkonu HP. Během tréninku se mladí nezkušení řidiči postupně více zaměřili na viditelná materializovaná rizika, ale nevykazovali žádnou křivku učení, pokud jde o skrytá nebezpečí. Během tréninkové přenosové relace se obě trénované skupiny zaměřily na rizika dříve ve srovnání s netrénovanými řidiči. Závěr studie potvrdil, že opakovaná školení mohou usnadnit získávání HP mezi mladými nezkušenými řidiči.

V další práci (Kahana-Levy, Shavitzky-Golkin, Borowsky, & Vakil, 2019b) byly testovány hypotézy ověřující možnosti usnadnění dovedností a zvyšování uvědomění si nebezpečí (HA) u řidičů bez ohledu na věk a zkušenosti s opakovaným prezentováním krátkých filmů z nebezpečných situací z reálného života. Práce ověřovala tyto hypotézy:

1. Sebezáchovné motivy lze považovat za primární biologické pohnutky umožňující přežití jedince i druhu (Damasio, 1994 in Vaa (2006)). Lidský organismus je uzpůsoben k tomu, aby primárně zjišťoval nebezpečí. Řidiči hledají to, co považují za ohrožení svého přežití, což jsou především auta, nikoliv chodci (Vaa, 2003).

2. Zpracování informací řidiči na běžných přechodech pro chodce, kde jsou chodci pouze občas, by mělo být zautomatizováno takovým způsobem, že žádná speciální pozornost nebude věnována vyhledávání chodců, protože se jedná o automatizaci samotnou.

3. Běžný přechod pro chodce může být považován za past, kde chodci mohou mít falešně pocit, že jsou v bezpečí, zatímco ve skutečnosti nejsou. Tento druh přechodu pro chodce by proto měl být odstraněn nebo nahrazen jiným typem přechodů, které by prokazovaly snížení počtu nehod.

Z výše uvedených hypotéz citovaných prací vyplývá, že autoři doporučují posunout řešení konfliktních situací směrem, který bude snižovat nebo zcela eliminovat vliv lidského rozhodování při možnosti střetu vozidel s chodci (případně omezit přecházení komunikace chodcům – nelákat je do „přechodové pasti“)

### 3.3 Vnímání vozidel chodci

Přestože přecházení ulice by mohlo být považováno za banální a nudnou aktivitu, lze ji také považovat za rutinní praxi utvářející městský život, zahrnující exemplárním způsobem sociální

interakce mezi cizími lidmi, a dokonce zpochybňující samotnou představu o interakci při řešení tiché a vzdálená koordinace mezi řidiči a chodci. Analýza vnímání vozidel chodci by se měla zaměřit na to, jak chodci přecházejí ulice před blížícím se vozidlem, a odhalovat detaily praktických příčin, osvětlení postav chodců a vzájemného výsledné uspořádání, které charakterizují tuto formu sociálního setkávání. Tímto způsobem přispívá jak k multimodálním analytickým studiím konverze mobility, tak i k etno-metodologickým a mikro-sociologickým studiím městských praktik.

Balasubramanian & Bhardwaj (2018) ve své publikaci uvádějí, že chodci, kteří mají podíl na dopravních nehodách (RTA – Road Traffic Accidents), představují přibližně 22% všech úmrtí souvisejících s dopravním provozem. Jejich studie stanovila doby odezvy chodce na blížící se vozidlo a dobu potřebnou k jeho správnému rozpoznání při přecházení silnice za špatných podmínek viditelnosti (nočních), přičemž závěry lze rozšířit i na motocykly a jiná vozidla. Výzkumu se zúčastnilo třicet dobrovolníků, každému z účastníků byla ukázána sbírka šesti videí, která se skládala z různých scénářů jízdy vozidel. Bylo zjištěno, že správná identifikace a čas rozpoznání vozidla jsou nejrychlejší, když je pás světél emitující diody (LED) upevněn mezi světlometry čtyřkolového vozidla. Průměrná doba pro rozpoznání potkávacího vozidla a dálkového světla s LED pásem byla  $7,62 \pm 2,39$  (s) resp.  $11,23 \pm 2,94$  (s), zatímco správné míry identifikace uvedených potkávacích a dálkových vozidel s LED pásky byly 93,33% a 86,67%. Pokud nebyla použita žádná LED dioda, doba rozpoznání potkávacího a dálkového vozidla bez LED pásky byla  $20,55 \pm 3,50$  (s) a respektive  $25,57 \pm 4,14$  (s). Správná identifikace potkávacího vozidla bez LED pásu a dálkového světla bez LED pásky byla 90,00 % a 56,67 %. Závěr výzkumu uvádí, že chodci budou méně „zmatení“ a mohou se správně rozhodovat při přechodu silnice, zejména při špatném osvětlení, když je mezi světlometry vozidla vyznačeno vymezení osvětlení.

Merlino (2019) analyzuje přechod ulice jako formu komunikace mezi chodci a řidiči, kteří jsou jako účastníci charakterizováni různými typy mobility a odlišnými právy a povinnostmi. Na základě videozáznamů procházejících se chodců v městském prostředí se analýza zaměřila na běžné praktiky a vizuální prostředky (pohledy, gesta), kterými chodci organizují postupné a časové trajektorie přecházení a vyjednávají si své právo přejít přes ulici. Vzhledem k tomu, že někteří ze studovaných chodců, jsou navíc ovlivněni psychózou - stavem, ve kterém jsou městská prostředí často prožívána jako stresující a obtížně zvládnutelná, článek poukazuje na praktiky, které mají odlišit nejen chodce v neuro-typických populacích, ale také v rámci neuro-atypických populacích.

Shinohara a Renge (2015, s. 84) uvádí přehled nejvýznamnějších chyb v instalaci osvětlovacích soustav (zahrnujících taky přechody), které vytipovali z dosud realizovaných projektů:

- neosvětlené prostory v blízkosti přechodů pro chodce,
- nedostatečná celková intenzita osvětlení,
- veřejné osvětlení nezajišťující plynulou intenzitu osvětlení (střídání s tmavšími úseky),
- osvětlené, svítící prvky v neosvětlených úsecích komunikace (reklamy, osvětlené přechody pro chodce mimo úseky osvětlené veřejným osvětlením),
- technicky špatně zajištěné nasvícení dopravních informačních tabulí.

Mezi zahraničními výzkumy lze najít různé aspekty, z jejichž pohledu se výzkumníci zaměřují na pokusy o nalezení optimálních podmínek pro zvládnutí interakce řidičů a chodců, a to jak z pohledu řidičů a jejich chování při přejezdu přechodů, tak z pohledu chodců a jejich prostoru pro přecházení. Bella a Silvestri (2016) zkoumali brzdící chování řidiče při přiblížení se k přechodu typu zebry při použití různých bezpečnostních opatření (prodloužení obrubníku, parkovací omezení a použití předem označených značek) a bez jakýchkoliv úprav (základní stav) v městských podmínkách. Výsledky ukázaly, že řidiči při použití prodlouženého obrubníku, získali jasnou informaci a lépe přizpůsobili svou přibližovací rychlost, aby se nestřetli s chodcem a vyhnuli se také prudkým manévřům. Tyto výsledky také potvrdily výstupní dotazníky.

Martens a Fox (2007) provedli laboratorní experiment, jehož výsledky lze aplikovat na změny dopravní situace a dopravního značení včetně přechodů pro chodce. Zjistili, že opakovaním průjezdu jednou trasou je postupně jízda řidičů klidnější, pohledy na dopravní značky byly kratší, řidiči potřebují na reakce méně času, řada pohybů je zautomatizovaná. Při změně dopravní situace a dopravního značení byla zřejmá ztráta jistoty, řidiči nestačili zpracovat všechny informace a adekvátně reagovat (přiměřeně reagovalo jen 20 % účastníků výzkumu).

Vlasák (2017) sledoval optické reakce řidičů a změny směru pohledu prostřednictvím zařízení „Eyetracker“. Vyhodnocovány byly optické reakce řidičů na jednotlivé sledované podněty v podmínkách denní a noční jízdy. Z provedené analýzy bylo mimo jiné zjištěno, že řidiči se v noci orientují hlavně podle odrazových, svítivých podnětů na vozovce anebo podél vozovky. Velmi málo řidičů (dva řidiči ze třinácti) se při nočním měření zaměřilo na dopravní značku přechodu pro chodce. Rozdíl nastal i v případech sledování vnitřního zpětného zrcátka. Řidiči při denním měření sledovali vnitřní zpětné zrcátko, ale řidiči při nočním měření vnitřní zpětné zrcátko vůbec nesledovali. Obecně se dá říct, že řidiči při nočním měření byli obezřetnější a věnovali větší pozornost jak figurantovi při jízdě přes přechod pro chodce, tak i kontrole celého přechodu pro chodce a jeho okolí.

Značná část provedených výzkumů je zaměřena na zjišťování optimálního světelného režimu při nočním osvětlování přechodů pro chodce tak, aby chodci byli dostatečně viditelní a přechody byly zřetelněji vnímány řidiči. Mnohé studie docházejí k závěru, že ideální stav je takový, kdy jsou kombinovány různé prostředky označení a zvýraznění přechodů pro chodce za podmínek co nejvíce automatizovaného režimu reagujícího na příchod chodce k přechodu a na světelné podmínky okolního prostředí.

Costa a kol. (2020) testovali účinnost integrovaného světelně-varovného systému na výkon motoristů na přechodech pro chodce v nočních podmínkách. Chování řidičů při noční jízdě bylo hodnoceno v sedmi různých podmínkách osvětlení pro chodce. (1) základní stav se standardním silničním osvětlením, (2) vylepšené osvětlení LED, které zvýšilo úroveň osvětlení ze 70 na 120 lx, (3) blikající oranžové majáky nad podsvíceným přechodem pro chodce, (4) LED pásky na obrubníku na přechodu zebry se stabilním světelným zářením, (5) zábleskové LED proužky s blikajícím světelným zářením, (6) všechna předchozí zařízení aktivovaná LED proužky v ustáleném režimu, (7) všechna předchozí zařízení aktivována LED diodami v režimu blikání. Pro každou podmínku bylo provedeno 100 pokusů zaznamenaných s chodcem, který zahájil standardizovaný přechod, když se blížilo vozidlo. Chování řidičů kontinuálně prokazovalo



zlepšení při stupňující se kombinaci jednotlivých opatření. Výsledek ukázal, že integrovaný systém varovného osvětlení před přechodem pro chodce je účinný z hlediska chování motoristů na přechodech pro chodce během noci.

Jiný přístup k předcházení střetu chodců a řidičů na přechodu pro chodce v noci řešili Jeong a Nam (2017). Jednalo se o včasnou detekci náhlého vstupu chodců na přechod. Náhlé přecházení chodců je hlavní příčinou střetů chodců s vozidly. Ve svém výzkumu využili pokročilý asistenční systém řidiče prostřednictvím infračervené kamery namontované na přední části střechy vozidla. Pro záběr kamery v reálném čase byla stanovena úroveň velikosti obrazu v oblasti vyhledávání. Poté byla použita vhodná metoda pro detekci virtuálních referenčních čar, které jsou spojeny se segmentací silnice. Náhlé přecházení chodců bylo určováno na základě pravděpodobnosti a časoprostorových rysů chodců, jako je jejich překrývající se poměr s virtuálními referenčními liniemi. Tím byl detekován směr a rychlost pohybu každého chodce. Navržený algoritmus byl úspěšně aplikován na různé datové soubory chodců.

Na webových stránkách „otechnice.cz“ (červen 2017) se nachází převzatá informace o chytrém systému přechodu pro chodce. Systém Starling (Stigmergic Adaptive Response Learning) chrání řidiče před nepozornými chodci používajícími na přechodech telefon, ale i chodce samé. Podstatou systému jsou počítačem ovládaná LED světla zabudovaná do vozovky, která jsou natolik silná, že přitáhnou pozornost i nepozorných chodců. Systém také využívá kamery, aby přechod nepřetržitě sledoval a nasvítí LED světla podle toho, co momentálně kamery „vidí“. Když např. někdo na přechod vstoupí nečekaně, světla kolem něj vytvoří velkou „ochrannou zónu“, díky čemuž bude jeho dráha maximálně viditelná přijíždějícím autům. „Chytrý“ přechod používá celkem 660 LED světel, které mění barvy a vzory. Kamery mohou systému předat potřebné informace za méně než setinu sekundy. Systém také varuje chodce či cyklisty, kteří se ocitli mimo přechod, a pokud na něm čeká více lidí, dokáže se přizpůsobit všem najednou. Uvedené přechody se užívají ve Velké Británii a podobné se nacházejí v Německu, Holandsku a Austrálii.

Tomczuk a kol. (2019) formulují požadavky na osvětlení přechodu pro chodce na bázi pozitivního kontrastu. Autoři uvádějí, že v současné době existuje celá řada technických možností, jak osvítit oblast přechodu pro chodce (např. pomocí svítidel pro pouliční osvětlení), nebo osvítit oblast přechodu pro chodce pomocí specializovaných řešení (svítidla se zvláštními světelnými vlastnostmi - asymetrické rozdělení světelného paprsku). Navrhované nové třídy osvětlení pro řešení osvětlení na přechodech pro chodce umožňují zajistit přiměřené světelné podmínky pro implementaci světla s vysokou kontrastní pozitivitou pro chodce pozorovanou z pohledu řidiče. To je dáno předpokladem ve třídě osvětlení silnic a odrazem materiálu pro přechod pro chodce. Jedním z technických řešení, které může zlepšit tyto podmínky, je použití vhodného osvětlení pro přechody pro chodce. Pěší přechod pro chodce by měl být viditelný za různých povětrnostních podmínek a v různých denních dobách. V případě nočního vidění se dá využít umělé osvětlení přechodů pro chodce. Osvětlení přechodů pro chodce by mělo ve stejnou dobu zajistit: správné podmínky pro řidiče, aby rozpoznali dopravní situaci a postihli siluetu chodce, aby chodec vnímal blízké okolí a přijíždějící vozidla. Závěrem článku autoři formulují návrh na osvětlení přechodu pro chodce v intencích přístupu, který preferují.

Wickramasinghe a Dissanayake (2018) se zaměřili na detekování chodce na přechodu řidičem v přiměřené vzdálenosti přibližovací viditelnosti v nočních podmínkách. Je známo, že vzdálenost viditelnosti je určena charakteristikami chodce, vozidla a řidiče. V jejich výzkumu se zvažuje barva šatů pro chodce, stav světlometu vozidla, věk řidičů, zkušenost s řízením, index zraku řidiče, úroveň únavy řidiče a noční jízda. Cílem výzkumu bylo určit viditelnou vzdálenost chodce s ohledem na výše uvedené charakteristiky chodce, řidiče a vozidla. Šetření bylo provedeno pomocí figuríny pro chodce. Zkušební řidiči dostali pokyn k tomu, aby použili zvukový signál hned v prvním okamžiku identifikace a zastavili vozidlo na přechodu pro chodce. Jako metoda sběru dat byla použita technika nahrávání videa. Palubní sčítací zařízení na zkušební vozidle zaznamenalo změnu ujeté vzdálenosti během každého z nich. Detekční vzdálenost byla později vypočtena pomocí plochy pod křivkou změny rychlosti s časem. Detekční vzdálenosti byly vypočteny pro každého zkušebního řidiče pod vysokým a nízkým světelným paprskem pro pět barev oděvů pro chodce (tj. Bílá, černá, červená, žlutá a zpětně odrážející). Podle výsledku je detekční vzdálenost řidičů výrazně ovlivněna barvou oděvu pro chodce a stavu paprsku světlometu. Za obou světelných podmínek je reflexní barva rozpoznána na nejdelší vzdálenost s tím, že bílá barva se umístila na druhém místě. Černá barva poskytuje nejnižší detekční vzdálenost.

#### 4 Informace o průběhu výzkumu

Tato část výzkumné zprávy má cíl informovat v následujících podkapitolách o metodologii výzkumu a dosažených výsledcích.

##### 4.1 Metodologie výzkumu

Provedený výzkum je typem neexperimentálního výzkumného plánu, jehož těžiště spočívá v systematickém pozorování, měření a popisu zkoumané reality (Ferjenčík, 2000). Byl realizován formou terénního výzkumu prostřednictvím přímého měření se zapojením sofistikovaných elektronických systémů.

Z pohledu účelu výzkumu se jedná o výzkum popisný (popisuje jevy tak, jak ve své podstatě existují) a explorativní (výzkumný), který je realizován za předpokladu nedostatečného množství odborných studií k řešenému problému (Hedl, 2005), který zjišťuje nové skutečnosti (Zháněl a kol., 2014).

Z hlediska výstupu výzkumu se jedná o výzkum základní, který zákon č. 130/2002 Sb. O podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v §2 definuje, že typ tohoto výzkumu je prováděn „za účelem získání nových vědomostí o základních principech jevů nebo pozorovatelných skutečností“.

#### **Výzkumný plán a organizace sběru dat**

**Příprava realizace terénního šetření.** Ihned po schválení projektu byly zahájeny přípravné práce. Průběžně probíhala rešeršní činnost a následné studium a analýza aktuální odborné literatury z oblasti sledovaného tématu, a to jak z pohledu psychologického, tak i dopravně

inženýrského. Následujícím krokem byla finalizace designu terénního šetření a vytipování lokality pro realizaci terénního šetření. Lokalita byla ověřena z pohledu splnění požadavků na regulérnost. Zde bylo dále provedeno zjišťování místních poměrů (např. plánované opravy vozovky či přilehlých míst, funkčnost osvětlení přechodu, odhad intenzit dopravního proudu a výskyt kongescí v předpokládaném čase experimentu a dal.) z důvodu eliminace možných rizik ohrožujících hladký průběh prací.

Za účelem provedení terénního šetření byla vybrána lokalita Prahy 6, ulice Jugoslávských partyzánů. Tato místní komunikace je jedním z významných přivaděčů vozidel z/do severozápadního segmentu Prahy-západ (Roztoky u Prahy, Horoměřice, Velké Přílepy, Libčice n/V. a dalších sub-urbánních obcí) a dalších navazujících v ORP Kralupy nad Vltavou. Jedná se o směrově rozdělenou komunikaci, na které je vozovka pro oba směry jízdy rozdělená tramvajovým tělesem zakomponovaným do zeleného pásu. Tento pás poskytuje i prostor jako středový ostrůvek pro chodce. Směr k Vítěznému náměstí je dvoupruhový s tím, že pravý pruh je vyhrazen pro preferovanou dopravu (MHD, taxi). Směrem od Vítězného náměstí je pravý jízdní pruh využíván k parkování vozidel. Přechody pro chodce na dané komunikaci jsou vybaveny předepsaným vodorovným (V7) a svislým (IP6) dopravním značením. První z přechodů v obou směrech je osvětlen dodatečným osvětlením (kromě běžného pouličního osvětlení) a dále zvýrazňujícími knoflíky, které jsou zabudovány do vozovky tak, že nad povrch vozovky vyčnívá vrchní část se světelným zdrojem (viz Obrázek 1).

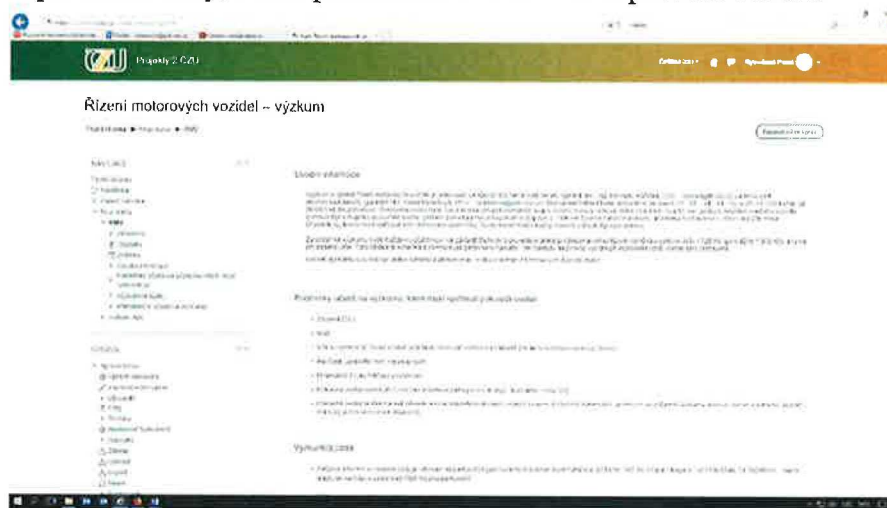


Obrázek 4. Sledovaný přechod – směr od Vítězného náměstí

Počínaje měsícem červnem 2019, kdy byly uzavřeny smlouvy a zaškolen pomocný personál, který se z části věnoval odborné stránce projektu (rešeršní činnost, konzultace designu terénního šetření), z větší části pak především technické a administrativní podpoře výzkumného

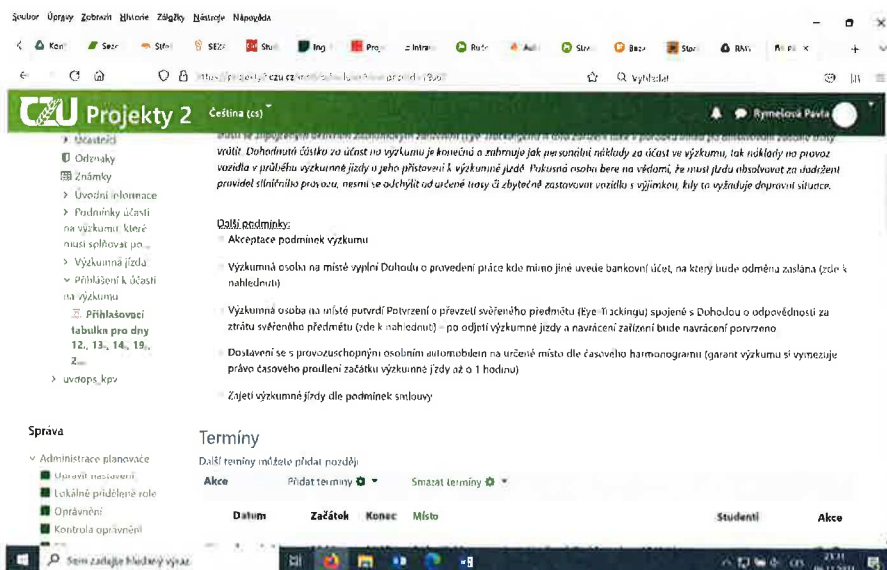
projektu. Byly vytvořeny vzorové smlouvy pro pokusné osoby a takové výpůjční protokoly, aby byl ochráněn a zajištěn majetek ČZU v Praze využitý při výzkumu (mobilní zařízení „eye-tracking“) a to proti poškození či odcizení.

Za účelem oslovení pokusných osob, které se budou rekrutovat pro výzkum, bylo vytvořeno webové prostředí pro přihlašování tak, aby byl průběh sběru dat maximálně efektivní, ale zároveň i přátelský k pokusným osobám (viz Obrázek 5). V rámci tohoto prostředí byly uvedeny požadavky na pokusné osoby, a dále pak základní informace k průběhu šetření.



Obrázek 5. Ukázka webového prostředí

Dále byl v rámci tohoto prostředí vytvořen přihlašovací formulář s rezervací času pro pokusnou osobu a komunikační platformou s řešiteli projektu (viz. Obrázek 6).



Obrázek 6. Přihlašovací formulář s rezervací času pro pokusnou osobu

V rámci této přípravy byly testovány technické prostředky, tj. dvě sady mobilního zařízení „eye-tracking“ (Tobii Pro Glasses 2 (<https://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2/>) a statistických radarů Sierzega SR4 (viz <https://www.sierzega.com/en-us/products/traffic-counters>), které jsou ve vlastnictví TF a PEF ČZU v Praze.

V říjnu 2019 bylo započato s rekrutací pokusných osob z řad studentů České zemědělské univerzity v Praze, které byly vybírány tak, aby splňovaly stanovené požadavky na charakteristiku výzkumného vzorku. Motivačním dopisem byli osloveni studenti mužského pohlaví stanovené věkové kohorty napříč všemi fakultami. Ač toto nebylo v rámci naplánování výzkumného projektu požadováno, tímto krokem byla zajištěna možná účast pokusných osob napříč obory – technickými, ekonomickými, sociálně-vědními, přírodovědnými. Výzkumný soubor byl finálně sestaven příležitostným výběrem na základě vlastního přihlášení pokusné osoby do účasti na výzkumu. Z důvodu využití zařízení „eye-tracking“ byly z účasti na výzkumu vyloučeny osoby využívající při řízení motorových vozidel prostředky pro korekci zraku (kontaktní čočky, brýle), které by mohly rušit kvalitu synchronizace mezi okem a „eye-tracking“ zařízením. Pro vyloučení možných interkulturních vlivů se výzkumu účastnili pouze osoby s českou národností.

**Realizace terénního šetření.** V listopadu 2019 proběhlo na území hlavního města Prahy terénní šetření dle stanovených parametrů, a to od úterý do čtvrtka (dle TP189 považované za běžné pracovní dny) v průběhu dvou po sobě jdoucích týdnů. V každém dnu byla zajištěna účast 20 pokusných osob. Pro realizaci terénního šetření v měsíci listopadu se řešitelé projektu rozhodli z důvodu eliminace maximálního možného vlivu alternujících proměnných (po přechodu na „zimní“ čas, který lépe vyhovoval záměru výzkumu: značné snížení viditelnosti, po setmění poměrně konstantní světelné podmínky) a zároveň nízká pravděpodobnost výskytu extrémních projevů počasí (déšť, mlha, sněžení). Terénního šetření se účastnilo 120 pokusných osob splňujících požadované parametry, viz výše. Před samotnou realizací v terénu byly s účastníky provedeny základní administrativní procesy ve vztahu k výzkumu – uzavření smlouvy o účasti pokusné osoby na výzkumu, která mimo jiné zahrnovala informovaný souhlas s účastí na výzkumu, souhlas s využitím anonymizovaných dat pro vědecké a publikační účely a GDPR. Věk a řidičská zkušenost pokusné osoby byla ověřena vidimací řidičského průkazu pokusné osoby. Součástí uzavření smlouvy s pokusnou osobou byla i smlouva o krátkodobé vypůjčce zařízení se zabudovaným zařízením „eye-tracking“. Vzhledem k vazbě pokusných osob k ČZU v Praze (studenti univerzity) se řešitelé rozhodli podstoupit riziko odcizení či poškození zařízení (v pořizovací hodnotě 615,- tis. Kč) a realizovat výzkum bez účasti další osoby ve vozidle. To, že pokusná osoba absolvovala pokusnou jízdu sama a její chování nebylo rušeno, případně modifikováno přítomností další osoby ve vozidle, považují řešitelé jako významný přínos k objektivitě získaných dat. Pokusná osoba nebyla seznámena se zacílením prováděného výzkumu. Pouze podle „eye trackovacích“ brýlí mohla usoudit, že se bude jednat o zachycení směřování pohledu v průběhu řízení motorového vozidla. Zařízením byl snímán průjezd pokusné osoby celou stanovenou trasou.

Výzkumné osoby vyjízděly v předem stanovených časech od 20:00 do 23:00 hodin. V průběhu šetření se nevyskytly žádné výrazné meteorologické jevy, které by ovlivňovaly způsob jízdy.

Začátek trasy byl situován na parkoviště supermarketu Kaufland v Podbabě. Prostor parkoviště umožnil provedení nezbytných administrativních úkonů, seznámení pokusných osob s trasou jízdy a kalibraci zařízení „eye-tracking“ na každou pokusnou osobu. Trasa terénního šetření vedla z parkoviště odbočením vpravo na ulici Jugoslávských partyzánů. Po této ulici pokusná osoba dojela až k okružní křižovatce na Vítězném náměstí, kterou objela a opět se vrátila na ulici Jugoslávských partyzánů, po které dojela až k místu odbočení vlevo na parkoviště, kde svoji jízdu ukončila. Trasa byla dlouhá cca 2400 metrů. První ze série sledovaných přechodů pro chodce začínal cca 880 metrů od místa, ze kterého pokusná osoba vyjela. Druhá série sledovaných přechodů začínala ve vzdálenosti cca 1400 metrů od výjezdu (cca 400 metrů po projetí posledního přechodu předchozí série). U obou sérií byl splněn požadavek minimálního odstupu „obyčejného“ přechodu od zvýrazněného. U první série činila vzdálenost mezi prvním a druhým přechodem 124 (m), u druhé série pak 162 (m). U každého prvního přechodu sledovaných sérií bylo zároveň po dobu probíhajícího výzkumu umístěno zařízení (radar) na měření intenzity průjezdů a rychlosti projíždějících vozidel. Současně byla zaznamenávána skladba dopravního proudu.

Následně byla provedena vizuální kontrola kamerových záznamů z „eye-tracking“ z pohledu jejich kvality (viz. Obrázek 7) a tudíž i následné využitelnosti. Kontrolován byl i záznam sledování rychlosti vozidel a intenzita průjezdů přes sledované přechody v monitorovaném období. Pořízené záznamy zařízení „eye-tracking“ a radarů byly archivovány.



Obrázek 7. Záznam ze zařízení „eye-tracking“

**Data pre-processing.** Pro uložení dat a pro jejich analýzu ze zařízení „eye-tracking“ byl využit specializovaný software, instalovaný na pracovišti hlavního řešitele projektu.

Ze záznamů zařízení „eye-tracking“ byla sejmuta data, která mají úzkou vazbu na zacílení pohledu, a to dle zadání projektu ve dvou úsecích, kde každý z přechodů pro chodce vytváří sledovanou kombinaci. První přechod je označený svíslou a vodorovnou dopravní značkou, přičemž vodorovné dopravní značení („zebra,V7“) je doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (výstražnými světly signalizujícími vstup chodce do vozovky viz TP 217). Bezprostředně navazující dva přechody jsou označeny pouze vodorovnou a svíslou dopravní značkou (bez zvýraznění).

Počátek snímání dat byl vždy individuálně stanoven dle výhledových možností řidiče, a to okamžikem, kdy do jeho zorného pole vstoupil jakýkoliv prvek (či jeho část) z dopravního značení sledovaného přechodu pro chodce. (viz Obrázek 8 )



Obrázek 8. Ukázka výhledu řidiče a zaměření jeho pozornosti v nájezdu na první přechod sledované série

Konec snímání dat na sledovaném přechodu nastal okamžikem, kdy výhledový prostor řidiče opustil prostor přechodu pro chodce (daný koncem vodorovného dopravního značení).

Data byla snímána ve dvou režimech:

- Data snímána v režimu „Total visit duration“ (TVD) zachycují délku zacílení pohledu výzkumné osoby na sledovanou oblast daného přechodu pro chodce. Při

opakovaném zacílení jsou všechny naměřené hodnoty pro danou oblast a přechod sčítány.

- Data snímaná v režimu „Total fixation duration“ (TFD) při aktivovaném filtru (Gaze Filter) sledování zaměřené pozornosti I-VT Attention filter zachycující délku trvání tzv. dynamické pozornosti na základě automatizovaného vyhodnocení zaměřené pozornosti dle metodiky TOBII ([https://connect.tobii.com/s/article/When-do-I-use-the-I-VT-Attention-filter?language=en\\_US](https://connect.tobii.com/s/article/When-do-I-use-the-I-VT-Attention-filter?language=en_US)), která je doporučována pro získávání dat z pohyblivého vnějšího prostředí. Při opakovaném zacílení jsou všechny naměřené hodnoty pro danou oblast a přechod sčítány.

Dále byla tato data v obou režimech selektována dle oblasti směřování pohledu. Jednalo se o oblasti spojené se značením přechodu pro chodce (dopravní značení svislé, dopravní značení vodorovné) a oblasti spojené s aktivním vyhledáváním chodců (cílení pohledu vpravo či vlevo od přechodu).

Výsledné hodnoty představují součet všech délek trvání dle oblasti v rámci sledovaného přechodu. Následně data ze sledovaných oblastí byla postoupena k statistické analýze.

Vliv odlišných výhledových poměrů z vozidla u různých továrních značek, případně vliv dalších technických prostředků vozidla mající rušivý vliv na řidiče, byly eliminovány skutečností, že pokusné osoby se účastnily výzkumu s vlastním vozem či vozem, který mají k dispozici a tudíž jsou na dané podmínky zvyklé. Tento fakt zároveň poskytl informaci o charakteru vozového parku odpovídající zvolené věkové kohortě.

Z celkového počtu 120 bylo 9 vozidel vybaveno automatickou převodovkou. U vozidel ve vlastnictví pokusných osob byla nejčastěji zastoupena tovární značka Škoda (17 osob), dále pak byl dle četnosti zastoupen Volkswagen a Ford (oba shodně po sedmi osobách), BMW bylo ve vlastnictví 5 osob. Dále byly zastoupeny značky Volvo (3), Hyundai, Peugeot a Alfa Romeo (shodně po dvou), po jednom pak Audi, Citroën, Honda, Kia, Mazda, Renault, Saab a Toyota. Vozidla, která měly pokusné osoby k dispozici, nikoliv však ve vlastnictví převládala opět tovární značka Škoda (31) následovaná značkou Volkswagen (8). Po třech vozech byly zastoupeny tovární značky Citroën, Ford, Kia, Peugeot, Toyota a Volvo, po jednom vozu pak Dacia, Hyundai, Mercedes-Benz, Mitsubishi, Nissan, Seat, Ssangyong.

Dle naplánování experimentů byla také uložena data z radarových zařízení měřících intenzitu průjezdu vozidel ve sledovaných úsecích v 15 minutových intervalech, kdy také byla zaznamenávána skladba dopravního proudu a rychlost všech projíždějících vozidel (viz výše).

Získaná data byla převedena do tabulkového procesoru MS Excel ve formátech vhodných pro další zpracování a dále statisticky analyzována.

**Statistická analýza dat** – využila následně uvedené metody, testy a modely.

Metody statistické analýzy dat vycházejí z cíle výzkumu – ověřit výzkumné hypotézy.



Pro testování významnosti rozdílů příslušných časů na třech přechodech byl využit jednofaktorový model analýzy variance při opakovaných observacích: F-test shody tří průměrů (čas je uváděn v sekundách). Pokud se jeho výsledek ukázal jako signifikantní ( $p \leq 0,001$ ), byl doplněn F-testy kontrastů porovnávající přechody druhý versus první a třetí versus první.

Pro analýzu případných rozdílů mezi první a druhou trasou byl využit párový t-test

Pro realizaci výsledků byl použit systém SPSS.

### Výběr výzkumného souboru

Do výzkumu bylo rekrutováno 120 pokusných osob mužského pohlaví ve věku 20-25 let s minimálně dvouletou řidičskou zkušeností a ukončeným středoškolským vzděláním z řad studentů České zemědělské univerzity v Praze. Všechny osoby byly české národnosti a měly řidičské oprávnění vydané v ČR. Zkoumaný soubor byl sestaven příležitostným výběrem z celkové sumy všech studentů univerzity splňujících zadaná kritéria.

Po kontrole záznamu jednotlivých jízd byly z následného zpracování vyřazeny výsledky tří pokusných osob, přičemž návrh projektu počítal možností vyřazení až dvaceti měření. U dvou osob došlo k výpadku použitého technického zařízení, jedna osoba nedodržela stanovenou trasu.

Výběrový soubor tvoří 117 pokusných osob, průměrný věk pokusných osob činí 22,5 roku. Vlastní vozidlo využilo pro účely účasti na výzkumu 53 osob, 64 osob využilo osobního automobilu, který mají k dispozici pro své užívání, nejsou ale jeho vlastníky.

## 4.2 Testování významnosti rozdílů příslušných časů zrakového zaměření

### Technické značení přechodů pro chodce - Hypotéza (H1)

**H1: Řidič motorového vozidla významně déle cílí zrakové zaměření na technické prvky značení přechodu pro chodce označeného svislým a vodorovným dopravním značením, přičemž vodorovné značení (tzv. "zebra") je doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (viz TP 217) signalizujícími vstup chodce do vozovky, než na technické prvky značení dvou bezprostředně následujících přechodů, které jsou označeny pouze klasickým vodorovným a svislým dopravním značením.**

Hypotézu H1 sytí data, která porovnávají průměrný čas, který pokusné osoby cílily svůj pohled na součásti technického značení přechodu pro chodce, a to v kumulované podobě pro dopravní značení svislé a vodorovné.

Statistická analýza dat snímaných v režimu „Total visit duration“ (TVD) prokázala F-testem shody tří průměrů (Tab. 2) **porovnávající všechny tři přechody první série** signifikantní rozdíly na úrovni  $p \leq 0,001$  (viz Tabulka 3). Následný F-test kontrastů potvrdil významný rozdíl mezi druhým versus prvním a třetím versus prvním přechodem, a to ve smyslu, že u obou

přechodů bezprostředně následujících po zvýrazněném prvním přechodu byla zaznamenána významně kratší průměrná délka pohledu věnovanému technickému značení přechodu, u obou srovnání na hladině významnosti  $p \leq 0,001$  (viz Tabulka 34).

Tabulka 2. Základní charakteristiky - percepce technického značení přechodů I. série (TVD)

	M	S	N
TVD_I_1	2,0110	1,31417	117
TVD_I_2	1,3640	1,16297	117
TVD_I_3	1,2526	0,89503	117

Tabulka 3. ANOVA F-test - percepce technického značení přechodů I. série (TVD)

Source	F	p
PŘECHODY	19,902	0,000

Tabulka 4. Test kontrastu percepce - technického značení přechodů I. série (TVD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	19,226	0,000
	Level 3 vs. Level 1	34,182	0,000

Statisticky významné rozdíly v F-testu shody i F-testu kontrastů na hladině významnosti  $p \leq 0,001$  se prokázaly i v případě vyhodnocení dat snímaných v režimu „Total fixation duration“ (TFD) zachycující délku trvání tzv. dynamické pozornosti (Tabulka 5, Tabulka 6 a Tabulka 7).

Tabulka 5. Základní charakteristiky - percepce technického značení přechodů I. série (TFD)

	M	S	N
TFD_I_1	1,9197	1,26031	117
TFD_I_2	1,2982	1,12611	117
TFD_I_3	1,1871	0,85315	117

Tabulka 6. ANOVA F-test - percepce technického značení přechodů I. série (TFD)

Source	F	p
PŘECHODY	19,556	0,000

Tabulka 7. Test kontrastu - percepce technického značení přechodů I. série (TFD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	18,495	0,000
	Level 3 vs. Level 1	35,015	0,000

Statisticky významné rozdíly na hladině významnosti  $p \leq 0,001$  v F-testu shody i F-testu kontrastů byly prokázány i v případě vyhodnocení dat **porovnávající všechny tři přechody druhé série**, a to jak snímaných v režimu „Total visit duration“ (TVD) (Tabulka 8, Tabulka 9 a Tabulka 10), tak v režimu „Total fixation duration“ (TFD) (Tabulka 11, Tabulka 12 a Tabulka 13).

Tabulka 8. Základní charakteristiky - percepce technického značení přechodů II. série (TVD)

	M	S	N
TVD_II_1	1,8996	1,30370	117
TVD_II_2	1,4117	0,83498	117
TVD_II_3	1,0920	0,79830	117

Tabulka 9. ANOVA F-test - percepce technického značení přechodů II. série (TVD)

Source	F	p
PŘECHODY	23,112	0,000

Tabulka 10. Test kontrastu - percepce technického značení přechodů II. série (TVD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	14,431	0,000
	Level 3 vs. Level 1	39,149	0,000

Tabulka 11. Základní charakteristiky - percepce technického značení přechodů II. série (TFD)

	M	S	N
TFD_II_1	1,8235	1,23929	117
TFD_II_2	1,3543	0,81112	117
TFD_II_3	1,0301	0,75765	117

Tabulka 12. ANOVA F-test - percepce technického značení přechodů II. série (TFD)

Source	F	p
PŘECHODY	24,391	0,000

Tabulka 13. Test kontrastu - percepce technického značení přechodů II. série (TFD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	14,452	0,000
	Level 3 vs. Level 1	41,910	0,000

Rozdíl průměrné délky pohledu věnovanému technickému značení přechodu (M) činil v první sérii přechodů v případě druhého přechodu (prvního následujícího) 33% (32 % TFD), v případě třetího přechodu (druhý následující) pak 38% z průměrné doby zjištěné pro první přechod v sérii.

U druhé série přechodů činil rozdíl u druhého přechodu 26 %, třetího přechodu pak 46% průměrné doby naměřené u prvního přechodu.

**Na základě uvedených výsledků lze konstatovat, že u obou sledovaných sérií přechodů pro chodce byla prokázána významně vyšší průměrná délka trvání zaměření pohledu (TVD) i průměrná délka zaměření dynamické pozornosti (TFD) na značení u prvního přechodu v sérii tj. osvětleného dodatečným osvětlením a osazeného zvýrazňujícími knoflíky. Průměrná délka trvání zaměření pohledu a zaměření dynamické pozornosti na obou bezprostředně navazujících přechodech osazených pouze předepsaným vodorovným (V7) a svislým (IP6) dopravním značením je ve vztahu k hodnotám dosaženým na prvním přechodu v sérii významně kratší.**

Po hlubší analýze problematiky vnímání technického značení přechodů pro chodce byla provedena analýza vnímání jednotlivých prvků dopravního značení, kdy v potaz byly brány průměrné časy naměřené pro vodorovné značení zvlášť a pro svislé značení zvlášť.

I v tomto případě byla použita data získaná jak v režimu TVD, tak v režimu TFD.

V následujících tabulkách (viz Tabulka 14 až Tabulka 25) jsou zpracována data vycházející z průměrné doby vizuální percepce řidiče zaměřená pouze na vodorovné dopravní značení.

Tabulka 14. Základní charakteristiky - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TVD)

	M	S	N
TVD_I_1_vodorovné značení	1,90	1,28	117
TVD_I_2_vodorovné značení	1,33	1,15	117
TVD_I_3_vodorovné značení	1,24	0,89	117

Tabulka 15. ANOVA F-test - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TVD)

Source	F	p
PŘECHODY	16,121	,000

Tabulka 16. Test kontrastu - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TVD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	17,146	0,000
	Level 3 vs. Level 1	26,311	0,000

Tabulka 17. Základní charakteristiky - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TFD)

	M	S	N
TFD_I_1_vodorovné značení	1,81	1,22	117
TFD_I_2_vodorovné značení	1,27	1,11	117
TFD_I_3_vodorovné značení	1,18	0,85	117

Tabulka 18. ANOVA F-test - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TFD)

Source	F	p
PŘECHODY	15,826	0,000

Tabulka 19. Test kontrastu - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TFD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	16,513	0,000
	Level 3 vs. Level 1	26,882	0,000

Tabulka 20. Základní charakteristiky - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TVD)

	M	S	N
TVD_II_1_vodorovné značení	1,83	1,31	117
TVD_II_2_vodorovné značení	1,41	0,83	117
TVD_II_3_vodorovné značení	1,06	0,79	117

Tabulka 21. ANOVA F-test - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TVD)

Source	F	p
PŘECHODY	20,875	0,000

Tabulka 22. Test kontrastu - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TVD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	10,990	0,001
	Level 3 vs. Level 1	35,340	0,000

Tabulka 23. Základní charakteristiky - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TFD)

	M	S	N
TFD_II_1_vodorovné značení	1,76	1,24	117
TFD_II_2_vodorovné značení	1,35	0,81	117
TFD_II_3_vodorovné značení	1,00	0,75	117

Tabulka 24. ANOVA F-test - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TFD)

Source	F	p
PŘECHODY	22,096	0,000

Tabulka 25. Test kontrastu - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TFD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	10,925	0,001
	Level 3 vs. Level 1	37,989	0,000

Uvedená analýza dat se signifikantními rozdíly ve všech sledovaných parametrech prokazuje, že převážná míra vizuální percepce řidiče je zacílená na vodorovné dopravní značení.

Marginální pro celkový výsledek jsou naopak data, která zaznamenávají vliv vnímání svislého dopravního značení (TFD i TVD). To se odráží jak v průměrné délce zrakového zaměření, která postrádá významnější vypovídací hodnotu, tak v neprůkazných výsledcích (

Tabulka 26 až Tabulka 35) (s výjimkou druhé série přechodu, kde byl sice zachycen statisticky významný rozdíl mezi délkou vnímání svislého dopravního značení mezi prvním a druhým přechodem, avšak díky nulové hodnotě zaznamenané na druhém přechodu). Výsledek není ovlivněn ani skutečností, že u obou prvních přechodů je svislé dopravní značení na rozdíl od následujících přechodů zdvojeno (jedna značka je umístěna vpravo na kraji vozovky, jedna značka je umístěna nad přechodem, ta je navíc zvýrazněna umístěním do žlutozeleného retroreflexního pole).

Tabulka 26. Základní charakteristiky - percepce svislého značení přechodů I. série (TVD)

	M	S	N
TVD_I_1_svislé značení	0,11	0,47	117
TVD_I_2_svislé značení	0,03	0,12	117
TVD_I_3_svislé značení	0,01	0,09	117

Tabulka 27. ANOVA F-test - percepce svislého značení přechodů I. série (TVD)

Source	F	p
PŘECHODY	3,865	0,022

Tabulka 28. Základní charakteristiky - percepce svislého značení přechodů I. série (TFD)

	M	S	N
TFD_I_1_svislé značení	0,11	0,47	117
TFD_I_2_svislé značení	0,03	0,12	117
TFD_I_3_svislé značení	0,01	0,09	117

Tabulka 29. ANOVA F-test - percepce svislého značení přechodů I. série (TFD)

Source	F	p
PŘECHODY	3,810	0,024

Tabulka 30. Základní charakteristiky - percepce svislého značení přechodů II. série (TVD)

	M	S	N
TVD_II_1_svislé značení	0,07	0,19	117
TVD_II_2_svislé značení	0,00	0,04	117
TVD_II_3_svislé značení	0,03	0,10	117

Tabulka 31. ANOVA F-test - percepce svislého značení přechodů II. série (TVD)

Source	F	p
PŘECHODY	9,157	0,000

Tabulka 32. Test kontrastu - percepce svislého značení přechodů II. série (TVD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	14,716	0,000
	Level 3 vs. Level 1	4,898	0,029

Tabulka 33. Základní charakteristiky - percepce svislého značení přechodů II. série (TFD)

	M	S	N
TFD_II_1_svislé značení	0,07	0,19	117
TFD_II_2_svislé značení	0,00	0,04	117
TFD_II_3_svislé značení	0,03	0,09	117

Tabulka 34. ANOVA F-test - percepce svislého značení přechodů II. série (TFD)

Source	p
PŘECHODY	0,000

Tabulka 35. Test kontrastu - percepce svislého značení přechodů II. série (TFD)

Source	PŘECHODY	F	p
PŘECHODY	Level 2 vs. Level 1	14,668	0,000
	Level 3 vs. Level 1	4,997	0,027

### 4.3 Analýza případných rozdílů mezi první a druhou trasou

Pro detekci případných rozdílů ve vnímání značení u obou sérií byl využit párový T-test, v rámci kterého byla porovnáována data obou sérií dle pořadí přechodu, opět v režimu TVD i TFD (Tabulka 36,

Tabulka 37).

Tabulka 36. Porovnání analyzovaných dat obou sérií dle pořadí přechodu

	N	M	S
TVD_I_1	117	2,01	1,31
TVD_II_1	117	1,90	1,30
TVD_I_2	117	1,36	1,16
TVD_II_2	117	1,41	0,83
TVD_I_3	117	1,25	0,90
TVD_II_3	117	1,09	0,80
TFD_I_1	117	1,92	1,26
TFD_II_1	117	1,82	1,24
TFD_I_2	117	1,30	1,13
TFD_II_2	117	1,35	0,81
TFD_I_3	117	1,19	0,85
TFD_II_3	117	1,03	0,76



Tabulka 37. Párový test

	ROZDÍL	t	df	p
TVD_I_1 - TVD_II_1	0,11	0,74	116	0,463
TVD_I_2 - TVD_II_2	-0,05	-0,42	116	0,677
TVD_I_3 - TVD_II_3	0,16	1,45	116	0,150
TFD_I_1 - TFD_II_1	0,10	0,67	116	0,504
TFD_I_2 - TFD_II_2	-0,06	-0,51	116	0,613
TFD_I_3 - TFD_II_3	0,16	1,49	116	0,138

V rámci statistického šetření nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi daty získanými mezi oběma sériemi při jejich párovém srovnávání s ohledem na jejich pořadí v sérii. Lze tedy dovozovat, že míra vnímání technického značení jednotlivých přechodů pro chodce je u obou sérií srovnatelná.

#### 4.4 Aktivní vyhledávání chodců

**H2:** U přechodů pro chodce označených svislým a vodorovným dopravním značením, přičemž vodorovné značení (tzv. "zebra") je doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (viz TP 217) signalizujícími vstup chodce do vozovky, řidič motorového vozidla cílí zrakové zaměření významně více na vyhledávání chodců přibližujících se k přechodu pro chodce, než u těch, které bezprostředně následují, a které jsou označeny pouze klasickým vodorovným a svislým dopravním značením.

Hypotézu H2 sytí data, která porovnávají průměrný čas, který pokusné osoby aktivně cílily pohled na oblasti vpravo a vlevo od přechodu do míst, kde je možné očekávat přiblížení chodce, který má záměr na přechod vstoupit. Data jsme vyhodnocovali kumulovaně pro obě strany přechodu.

Byla provedena statistická analýza dat, která byla snímána jak v režimu „Total visit duration“ (TVD), tak v režimu „Total fixation duration“ (TFD) zachycující délku trvání tzv. dynamické pozornosti.

F-test shody tří průměrů **porovnávající všechny tři přechody obou dvou sérií** neprokázal ani v jednom případě signifikantní rozdíly (Tabulka 38 až Tabulka 45).

Tabulka 38. Základní charakteristiky - vyhledávání chodců u přechodů I. série (TVD)

	M	S	N
TVD_I_1_Aktivní_vyhl	0,46	0,55	117
TVD_I_2_Aktivní_vyhl	0,40	0,57	117
TVD_I_3_Aktivní_vyhl	0,30	0,42	117

Tabulka 39. ANOVA F-test - vyhledávání chodců u přechodů I. série (TVD)

Source	F	p
PŘECHODY	3,361	0,036

Tabulka 40. Základní charakteristiky - vyhledávání chodců u přechodů I. série (TFD)

	M	S	N
TFD_I_1_Aktivní_vyhl	0,4566	0,54599	117
TFD_I_2_Aktivní_vyhl	0,3845	0,55404	117
TFD_I_3_Aktivní_vyhl	0,2880	0,40835	117

Tabulka 41. ANOVA F-test - vyhledávání chodců u přechodů I. série (TFD)

Source	F	p
PŘECHODY	3,560	0,030

Tabulka 42. Základní charakteristiky - vyhledávání chodců u přechodů II. série (TVD)

	M	S	N
TVD_II_1_Aktivní_vyhl	0,6449	0,79473	117
TVD_II_2_Aktivní_vyhl	0,4301	0,66133	117
TVD_II_3_Aktivní_vyhl	0,5242	0,60209	117

Tabulka 43. ANOVA F-test - vyhledávání chodců u přechodů II. série (TVD)

Source	F	p
PŘECHODY	3,333	0,037

Tabulka 44. Základní charakteristiky - vyhledávání chodců u přechodů II. série (TFD)

	M	S	N
TFD_II_1_Aktivní_vyhl	0,6246	0,76741	117
TFD_II_2_Aktivní_vyhl	0,3877	0,57014	117
TFD_II_3_Aktivní_vyhl	0,5032	0,57156	117

Tabulka 45. ANOVA F-test - vyhledávání chodců u přechodů II. série (TFD)

Measure: MEASURE_1		
Source	F	p
PŘECHODY	4,646	0,011

Na základě zjištěných dat tedy můžeme konstatovat, že u sledovaného souboru se neprokázala statisticky významná vazba mezi technickým značením přechodu a délkou průměrného času vizuální percepce či zaměřené pozornosti, který pokusné osoby věnovaly aktivnímu vyhledávání možné přítomnosti chodce vpravo či vlevo od přechodu.

#### 4.5 Charakteristika dopravního provozu během a v místě experimentálních jízd

Dopravní provoz byl charakterizován pomocí sčítání s využitím radarové techniky. Data ze získaných záznamů byla uložena a vyhodnocena a to: intenzity projetých vozidel oběma směry ulice Jugoslávských partyzánů, rychlosti projíždějících vozidel a skladba dopravního proudu. Ze záznamů byl vybrán časový úsek od 19:34 do 22:44, který zobrazuje Tabulka 47. Celkem projelo v uvedeném časovém úseku po dobu realizace experimentů 13793 vozidel. Tabulka 46 uvádí souhrn sčítání s uvedením maximálních a minimálních rychlostí.

Tabulka 46. Souhrn sčítání pomocí radarové techniky

Směr	Vítězné nám-Podbaba	Podbaba-Vítězné nám
po dobu sčítání tj. 6 dní a 3h	7307 vozidel	6486 vozidel
průměr rychlost	35,13 (km/h)	35,65 (km/h)
max rychlost	68,00 (km/h)	68,00 (km/h)
minimální rychlost	4,00 (km/h)	4,00 (km/h)

Tabulka 47. Souhrn sčítání vozidel dle jednotlivých dnů

Směr Podbaba - Vítězné náměstí																	
ÚTERÝ 12. 11. 2019			STŘEDA 13. 11. 2019			ČTVRTEK 14. 11. 2019			ÚTERÝ 19. 11. 2019			STŘEDA 20. 11. 2019			ČTVRTEK 21. 11. 2019		
	MIN	MAX		MIN	MAX		MIN	MAX		MIN	MAX		MIN	MAX		MIN	MAX
Délka	27	178	Délka	10	200	Délka	10	214	Délka	10	186	Délka	10	255	Délka	10	162
Rychlost	12	69	Rychlost	6	64	Rychlost	6	65	Rychlost	10	69	Rychlost	5	62	Rychlost	4	66
Odstup	0,4	25,5	Odstup	0,2	25,5	Odstup	0,1	25,5	Odstup	0,2	25,5	Odstup	0,1	25,5	Odstup	0,2	25,5
Čas	19:34:20	22:44:31	Čas	19:44:18	22:23:57	Čas	19:44:41	22:22:44	Čas	19:41:11	22:23:22	Čas	19:41:06	22:21:36	Čas	19:44:13	22:17:46
Počet OA/B	1134	27	Počet OA/B	1135	19	Počet OA/B	932	23	Počet OA/B	1057	18	Počet OA/B	1001	19	Počet OA/B	1103	17
Směr Vítězné náměstí - Podbaba																	
Délka	27	178	Délka	10	200	Délka	10	214	Délka	10	186	Délka	10	255	Délka	10	162
Rychlost	11	67	Rychlost	5	62	Rychlost	5	62	Rychlost	9	68	Rychlost	4	59	Rychlost	4	66
Odstup	0,4	25,5	Odstup	0,2	25,5	Odstup	0,1	25,5	Odstup	0,2	25,5	Odstup	0,1	25,5	Odstup	0,2	25,5
Čas	19:34:20	22:44:31	Čas	19:44:18	22:23:57	Čas	19:44:41	22:22:44	Čas	19:41:11	22:23:22	Čas	19:41:06	22:21:36	Čas	19:44:13	22:17:46
Počet OA/B	1285	27	Počet OA/B	1279	19	Počet OA/B	1108	23	Počet OA/B	1178	18	Počet OA/B	1193	19	Počet OA/B	1141	17

Ulice Jugoslávských partyzánů je vedena v ÚAP 2020, hl. města Prahy jako místní komunikace první třídy. Tato kategorie místních komunikací odpovídá funkční skupině A, která je hodnocena stupni úrovně kvality dopravy A až F. Ze zjištěných intenzit a jejich variací lze konstatovat, že úroveň kvality dopravy byla po všechny dny prováděných experimentů na stupni A tj. dopravní tok volný. Účastníci dopravy nebyli ovlivňováni ostatními účastníky, jen mimořádně. Velmi nízká intenzita dopravy umožňovala volnost pohybu, jakou si účastníci přáli. Jednotliví řidiči mohli svou rychlost volit volně při dodržování nejvyšších dovolených rychlostí (měření prokázala však i porušení předpisů a překročení dovolené rychlosti 50 km/h.). Okamžité hodnoty dopravních intenzit snížily úroveň kvality dopravy na stupeň B, kdy dopravní tok byl téměř plynulý. Vznikalo nepatrné ovlivnění jinými řidiči, které však individuální jízdní chování ovlivňovalo pouze nepodstatně. Stupeň vytížení byl nízký. Tyto situace byly způsobeny například příjezdem tramvají a přecházením chodců ze zastávky, kteří zpomalili rychlost dopravního proudu až na minima uváděná viz Tabulka 47. Specifickým rysem sčítané lokality je skladba dopravního proudu, kdy v místě je minimum nákladních automobilů, ale projíždí zde pravidelně autobusová MHD. S ohledem na roční období a čas provádění experimentů nabyla v místě zaznamenaná motocyklistická nebo cyklistická doprava.

Z výše uvedených hodnocení charakteru dopravního provozu lze konstatovat, že vliv dopravního provozu na pokusné osoby byl zanedbatelný a neodváděl jejich pozornost od správného a bezpečného řízení vozidla.

## 5 Diskuse a doporučení

Výzkumný projekt svým zaměřením reaguje na limity předchozích výzkumů a snaží se zaplnit „bílá místa“ v poznání interakce řidič - dopravní prostředek - dopravní prostředí - chodec. Odborná literatura upozorňuje na deficit projektů řešících problematiku vnímání řidičů motorových vozidel a poukazuje na nutnost podrobných znalostí široké řady reálných podmínek v místech potenciálních konfliktů chodců a vozidel, konkrétně na přechodech pro chodce. Kaparias et al. (2012) poukazuje, že zatímco bylo mnoho prací cíleno na poznání vnímání chodců, existuje nevyjasněnost výzkumu o vnímání řidičů.

V rámci realizovaného výzkumu jsme se věnovali problematice vizuální percepce řidiče motorového vozidla v rámci kombinace dvou typů přechodů pro chodce, přičemž vždy pouze u prvního bylo vodorovné dopravní značení zvýrazněno zabudovanými LED diodami do vozovky (tzv. zvýrazňující knoflíky) a zároveň byla zvýrazněna svislá dopravní značka (umístěním v žlutozeleném retroreflexním poli), jejíž instalaci (tohoto typu značek) někteří autoři výzkumných studií dávají předpoklad vyšší pravděpodobnosti v úspěšnosti redukce počtu nehod než u běžného značení Vaa (2006, 2013). Doporučení využití uvedených prvků nalezneme i v technické normě TP 217 (2017).

Mimo jiné i vzhledem k původně neočekávanému zjištění (Himanen & Kulmala, 1988), že konstrukční prvky, jako je šířka ulice a existence středového ostrůvku nemusí významně souviset s chováním uživatelů, či zjištění (Huang a Cynecki, 2000), že opatření na zklidňování dopravy významně neovlivnila počet řidičů, kteří dávají přednost chodcům, jsou zjištění, která zpochybňují vliv konstrukčních zásahů dopravní infrastruktury na spontánní řád při možných konfliktech chodců s vozidly. Proto jsme se rozhodli zmapovat skutečný vliv technických prostředků značení přechodu na vnímání řidiče, a to formou terénního šetření v reálné dopravní situaci.

Vzhledem k předchozím výzkumům, které prokázaly, že po setmění se zvyšuje riziko kolizí s chodci a závažnost utrpěných zranění než za denního světla a konstatování výzkumníků, že: „Přechody pro chodce jsou určeny k tomu, aby bylo bezpečnější přejít silnici, ale není jasné, zda jsou v tomto směru účinné po setmění ve srovnání s denním světlem“ (Uttley, 2017), jsme se zaměřili na vnímání za snížené viditelnosti – za tmy.

Stanovení základních parametrů na výzkumný soubor odráží zohlednění potenciálně relevantních faktorů ovlivňujících chování při řízení, které zahrnují například pohlaví a věk (Özkan & Lajunen, 2006; Kaparias et al., 2012), kdy za potencionálně nejvíce rizikové řidiče jsou považováni muži ve věku 20 – 25 let.

Svoji roli ale samozřejmě sehrála i skutečnost, že věk řidiče je důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu vidění. Štikar, Hoskovec a Štikarová (2003) upozorňují na chyby při vnímání, pozorování a chování řidičů. S věkem se zhoršuje především ostrost vidění a akomodace oka snižující oční reakce v situaci změny typu světlo – tma a blízkost – vzdálenost. Vzhledem ke skutečnosti, že cílem výzkumu nebylo zkoumat kvalitu zraku

pokusných osob, výběr reflektoval výše uvedenou skutečnost a zároveň navíc eliminoval pokusné osoby s diagnostikovanou poruchou zraku.

V rámci testování první hypotézy měření prokázalo **výrazně vyšší hodnoty vizuální percepce zaměřené na značení přechodu doplněné o LED diody**. Z výsledků našeho výzkumu nelze jednoznačně dovodit, zda tato skutečnost vypovídá o tom, že světelně zvýrazněný přechod vytváří jakési „očekávání“ řidiče a ten pak následující další přechod bez tohoto zvýraznění snadněji „přehlédne“, nebo naopak přítomnost dodatečného osvětlení excituje pozornost řidiče a nižší hodnoty naměřené v rámci dalších přechodů jsou vlastně pro tento typ standardní. Vzhledem k podobným hodnotám měření, které jsme získali na druhém a třetím přechodu (dokonce v mírně klesající tendenci u třetího) ale spíše vedou k druhé interpretaci (excitace), která také koresponduje s výsledky testování účinnosti integrovaného světelně-varovného systému na výkon motoristů na přechodech pro chodce v nočních podmínkách Costy a kol. (2020). Vzhledem k blízkým hodnotám zjištěným pro jednotlivé přechody dle typu dopravního značení a pořadí v obou sériích lze předjímat zachování podobného trendu pro případné další série podobného typu.

Odpověď na otázku, zda jsou naměřené hodnoty „typické“ pro daný typ přechodu či zda závisí na sledované kombinaci, by mohl poskytnout případný následný výzkum zaměřený na oba sledované typy přechodů, které by se však nacházely v jiných kombinacích s ostatními typy. Znalost míry univerzality „o kolik“ je námi sledovaný světelně zvýrazněný přechod lépe vnímán než přechod běžný, by mohl více napomoci při rozhodování, zda je míra zvýšení zrakového vnímání přechodu adekvátní výši finančních prostředků, které je nutné do tohoto zařízení investovat či by bylo na místě pokusit se hledat levnější, ale podobně efektivní řešení.

Výše uvedená úvaha o adekvátnosti investice je zesílená pro autory překvapivým zjištěním, že se u sledovaného souboru neprokázala statisticky významná vazba mezi technickým značením přechodu a délkou průměrného času vizuální percepce či zaměřené pozornosti, který pokusné osoby věnovaly aktivnímu vyhledávání možné přítomnosti chodce, a to obzvláště poté, co se prokázal významný rozdíl v percepci značení přechodu. Je pravdou, že i jiní výzkumníci ve svých pracech přišli na překvapivá zjištění, kdy se vysoce předpokládaná souvislost nepotvrdila (Himanen & Kulmala, 1988; Huang a Cynecki (2000)). Porovnání s daty získanými od jiné věkové kohorty řidičů by jistě přispělo k objasnění důvodu tohoto zjištění, včetně případného vlivu učení (Kahana-Levy, Shavitzky-Golkin, Borowsky, & Vakil (2019a)). Tato zjištění by v případě zjištěné podobnosti výsledků obou věkových kohort mohla prohloubit úvahy o ekonomičnosti řešení. V případě, že by se u starších řidičů potvrdil spolu s nárůstem délky zaměřeného pohledu u zvýrazněného přechodu i nárůst v rámci aktivního vyhledávání možné přítomnosti chodce v blízkosti přechodu, by dalo do ruky silný argument pro zastávce „řidičského průkazu na zkoušku“ či víceúrovňovému způsobu výuky žadatelů o řidičské oprávnění.

Podrobnější analýza dat získaných z jednotlivých prvků dopravního značení ukázala, že většinově je vizuální percepce řidiče zacílená na vodorovné dopravní značení, naopak svislé značení je výrazně opomíjeno, ač bylo v případě prvního přechodu v sérii zvýrazněno umístěním na retroreflexním pozadí. Tyto skutečnosti korespondují v obou sledovaných případech i se zkušeností Vlasáka (2017) při jím realizovaném nočním měření.

## 6 Limity výzkumu

Výzkum založený na kombinaci lidského faktoru, technických prostředků (automobil, eye-tracking, radar), dopravního prostředí a dopravní situace s sebou nese mnohostranně (odborně, personálně, ...) vysokou náročnost na provedení, práci s daty a interpretaci, a zároveň omezenou možnost generalizace výstupů. Limity našeho výzkumu určuje jak skladba výběrového souboru, tak jeho konkrétní lokace a okamžité parametry dopravního provozu, která byla velmi omezená charakteristikami stanovenými projektem. V neposledním případě je omezením i finanční náročnost, kterou terénní výzkum v reálném dopravním prostředí, realizovaný na poměrně rozsáhlém počtu zkoumaných osob, nese.

## 7 Závěr

Cílem naší práce bylo získat odpovědi na dvě výzkumné otázky. Data poskytl terénní výzkum, který proběhl v běžném dopravním provozu v reálném dopravním prostředí.

V odpovědi na první výzkumnou otázku můžeme konstatovat, že je rozdíl v délce zaměření pohledu i míře pozornosti (dle metodiky TOBII) mezi tím, jak za snížené viditelnosti (za tmy) řidič motorového vozidla vizuálně vnímá přechod pro chodce označený svislým a vodorovným dopravním značením, přičemž vodorovné značení (tzv. "zebra") je doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (viz TP 217) signalizujícími vstup chodce do vozovky, a tím, jak vnímá dva bezprostředně následující přechody, které jsou označeny pouze klasickým vodorovným a svislým dopravním značením. U obou přechodů bezprostředně následujících po zvýrazněném prvním přechodu byla zaznamenána významně nižší průměrná délka pohledu cílenému na technické značení přechodu. **Dominující prvek dopravního značení bez ohledu na typ přechodu představuje vodorovná dopravní značka.**

V odpovědi na druhou výzkumnou otázku, zda je rozdíl v délce zaměření pohledu, kterou za snížené viditelnosti (za tmy) řidič motorového vozidla v průběhu překonávání přechodu pro chodce věnuje aktivnímu vyhledávání chodce vpravo či vlevo od přechodu, a to mezi přechodem pro chodce označeným svislým a vodorovným dopravním značením, přičemž vodorovné značení (tzv. "zebra") je doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (viz TP 217) signalizujícími vstup chodce do vozovky a dvěma bezprostředně následujícími přechody, které jsou označeny pouze klasickým vodorovným a svislým dopravním značením lze konstatovat, že **takovýto rozdíl pro sledovaný výběrový soubor nebyl zjištěn.**

Samotný fakt, že přechod, u kterého je vodorovné značení (tzv. "zebra") doplněno zvýrazňujícími optickými prvky (viz TP 217) signalizujícími vstup chodce do vozovky, který je dle předchozích zjištění za snížené viditelnosti významně déle vnímán a je mu dopřána vyšší míra pozornosti oproti přechodům bez doplňkového značení, které po něm následují, automaticky u sledované skupiny negeneruje behaviorální vzorec (oční pohyby spojené se zacílením pohledu) který by prokazoval vyšší aktivitu (vyšší zaměření pozornosti) ve vyhledávání případného rizika spojeného s možným vstupem chodce do vozovky v rámci přechodu.

Závěrem lze konstatovat, že realizovaný výzkum splnil stanovené cíle a poskytl validní data, na základě kterých je možné formulovat některá doporučení, která se týkají jak technického provedení přechodu pro chodce, tak výchovně-vzdělávacích aktivit zaměřených na chodce i řidiče motorových vozidel tak, aby napomohla ke zvýšení bezpečnosti chodců na přechodech přes pozemní komunikaci. Zjištěné skutečnosti budou následně zapracovány do metodiky cílené především na zástupce samosprávy, které seznámí se silnými či slabými stránkami jednotlivých typů přechodů a napomůže tak jejich kompetentnějšímu přístupu při budování nových či inovování stávajících přechodů pro chodce.



## Použité zdroje:

Anciaes P.R., Jones P.: (2018) Estimating preferences for different types of pedestrian crossing facilities Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour Volume 52, , pp 222-237 <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.11.025>

Balasubramanian V., Bhardwaj R.(2018): Pedestrians' perception and response towards vehicles during road-crossing at night-time, Accident Analysis and Prevention 110 (2018) 128–135 <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.10.025> (3.6.2019)

Bečicová, R.(2013). Preference chodců na světelně řízených přechodech pro chodce. Nepublikovaná diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické.

Bella,F.,& Silvestri,M.(2016). Driver's braking behavior approaching pedestrians crossing: a parametric duration model of the speed reduction times. Journal of Advanced Transportation, 50,630-646.

Bönisch, C., & Kretz, T. (2009). Simulation of pedestrians crossing a street. The eighth international conference on traffic and granular flow. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1843.7842> (20.8.2019)

Borowsky, A., Oron-Gilad T., Meir A., Parmet Y.: (2012) Drivers' perception of vulnerable road users: A hazard perception approach, Accident Analysis and Prevention 44, pp.160-166 <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.11.029> (27.8.2019)

Borowsky, A., Oron-Gilad, T., 2013. Exploring the effects of driving experience on hazard HP and risk HP via real-time hazard identification, hazard classification, and rating tasks. Accid. Anal. Prev. 59, 548–565. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.07.008> (21.8.2019)

Box PC. IERI (1971) Project 85-67: Relationship between illumination and freeway accidents. Illuminating Engineering; 66(5): 365–393.

Bucchia,A., Sangiorgia,C. & Vignali,V.(2012).Sustainability of Road Infrastructures Traffic. Psychology and Driver Behavior. Social and Behavioral Sciences,53, 973 – 980.

Bullough, J.D., Zhang, X., Skinner N.P., & Rea M.S. (2009) Design and Evaluation of Effective Crosswalk Lighting. Publication FHWA-NJ-2009-03. New Jersey Department of Transportation, Trenton, NJ, <https://rosap.nhtl.gov/view/dot/34418> (27.8. 2019)

Costa, M., Lantieri, C., Vignali, V., Ghasemi, N. & Simone,A.(2020). Evaluation of an integrated lighting-warning system on motorists' yielding unsignalized crosswalks during nighttime. Transportation research: Part F, 68, 132 -143.

Coughenour, C., Clark S., Singh A., Claw E., Abelar J., & Huebner, J. (2017). Examining Racial Bias as a Potential Factor in Pedestrian Crashes,” *Accident Analysis & Prevention*, Volume 98, pp. 96-100, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.09.031> (13.8.2019)

Crowley-Koch, B. J., & Van Houten, R. (2011). Effects of pedestrian prompts on motorist yielding at crosswalks. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 44(1), 121–126 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3050473/> (13.8.2019)

Crundall, D., Andrews, B., Loon, E., & Chapman, P. (2010). Commentary training improves responsiveness to hazards in a driving simulator. *Accident Analysis & Prevention*, 42, 2117–2124. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.07.001> (21.8.2019)

EU Commission Mobility and transport: [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/users/pedestrians\\_en](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/users/pedestrians_en) (1.11.2021)

Faria, J. J., Krause, S., & Krause, J. (2010). Collective behavior in road crossing pedestrians: The role of social information. *Behavioral Ecology*, 21, 1236–1242. <https://academic.oup.com/beheco/article/21/6/1236/332865> (13.8.2019)

Ferjenčík, J. (2000). Úvod do psychologického výzkumu. Praha, Portál.

Fleiter, J. J., Lennon, A., & Watson, B. (2010). How do other people influence your driving speed? Exploring the ‘who’ and the ‘how’ of social influences on speeding from a qualitative perspective. *Transportation Research Part F*, 13, 49–62 <https://doi.org/10.1016/j.trf.2009.10.002> (20.8.2019)

Fotios, S. & Gibbons, R. (2018), Road lighting research for drivers and pedestrians: The basis of luminance and illuminance recommendations, *Lighting Research & Technology*; Vol. 50: 154–186, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1477153517739055> (13.8.2019)

Glare and visibility by headlight for pedestrian and elderly drivers. National Traffic Safety and environmental Laboratory, 22 October 2018 (Presentation of research), [https://unece.org/DAM/trans/doc/2018/wp29gre/Glare\\_and\\_visibility\\_by\\_headlight\\_for\\_pedestrian\\_and\\_elderly\\_driver.pdf](https://unece.org/DAM/trans/doc/2018/wp29gre/Glare_and_visibility_by_headlight_for_pedestrian_and_elderly_driver.pdf) (2021)

Goddard, T., Khan, K.B. & Adkins A. (2015). Racial Bias in Driver Yielding Behavior at Crosswalks, *Transportation Research Part F*, Volume 33, pp. 1-6, <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.06.002> (13.8.2019)

Golias, I., & Karlaftis, M. G. (2001). An international comparative study of self-reported driver behavior. *Transportation Research Part F*, 4, 243–256. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(01\)00026-2](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(01)00026-2) (20.8.2019)

Guardian (2016), German traffic light for smartphone zombies, <https://www.theguardian.com/cities/2016/apr/29/always-practise-safe-text-the-german-traffic-light-for-smartphone-zombies> (27.8.2019)

Harb, R., Radwan, E., & Yan, X. (2007). Larger size vehicles (LSVs) contribution to red light running, based on a driving simulator experiment. *Transportation Research Part F*, 10, 229–241 <https://doi.org/10.1016/j.trf.2006.10.005> (20.8.2019)

Harrell, W. A. (1993). The impact of pedestrian visibility and assertiveness on motorist yielding. *The Journal of Social Psychology*, 133(3), 353–360, <https://doi.org/10.1080/00224545.1993.9712153> (13.8.2019)

Hedl, J. (2005). *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Portál, Praha, 2005

Helbing, D., & Molnár, P. (1995). Social force model for pedestrian dynamics. *Physical Review E*, 51(5), 4282–4286. <https://journals.aps.org/pre/abstract/10.1103/PhysRevE.51.4282> (13.8.2019)

Himanen, V., & Kulmala, R. (1988). An application of logit models in analysing the behaviour of pedestrians and car drivers on pedestrian crossings. *Accident Analysis and Prevention*, 20(3), 187–197. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(88\)90003-6](https://doi.org/10.1016/0001-4575(88)90003-6) (13.8.2019)

Horswill, M. S., Hill, A., & Wetton, M. (2015). Can a video-based hazard perception test used for driver licensing predict crash involvement? *Accident Analysis & Prevention*, 82, 213–219. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.05.019> (27.8.2019)

Horswill, M.S., McKenna, F.P., (2004). Drivers' hazard HP ability: situation HP on the road. In: Banbury, S., Tremblay, S. (Eds.), *A Cognitive Approach to Situation HP*. Aldershot, UK: Ashgate, pp. 155–175. [https://www.researchgate.net/publication/271767727\\_Drivers'\\_hazard\\_perception\\_ability\\_Situation\\_awareness\\_on\\_the\\_road](https://www.researchgate.net/publication/271767727_Drivers'_hazard_perception_ability_Situation_awareness_on_the_road) (28.8.2019)

[https://www.researchgate.net/publication/237775937\\_Understanding\\_driverpedestrian\\_conflicts\\_Driver\\_behaviour\\_and\\_effect\\_of\\_measures\\_at\\_pedestrian\\_crossings](https://www.researchgate.net/publication/237775937_Understanding_driverpedestrian_conflicts_Driver_behaviour_and_effect_of_measures_at_pedestrian_crossings) (20211)

Huang, H. F., & Cynecki, M. J. (2000). Effects of traffic calming measures on pedestrian and motorist behavior. *Transportation Research Record: The Journal of the Transportation Research Board*, 1705, 26–31. <https://doi.org/10.3141/1705-05> (13.8.2019)

Charny, D. (1996). Illusions of a spontaneous order: “Norms” in contractual relationships. *University of Pennsylvania Law Review*, 144(5), 1841–1858. <https://doi.org/10.2307/3312641> (13.8.2019)

Chytrý systém přechodu pro chodce varuje řidiče před neopatrnými chodci. Staženo z:  
<https://otechnice.cz> > chytry-system-prechodu-pro-chodce-varuje-ridice-před-neopatrnými-chodci (2021)

Jeong, M., Ko, B.Ch. & Nam, J.-Y.(2017). Early detection of sudden pedestrian crossing for safe driving during summer night. *IEEE Transactions on circuits and systems for video technology*, Vol.27,6,1368-1380.

Kahana-Levy N., Shavitzky-Golkin, S., Borowsky A., & Vakil E. (2019b) Facilitating hazard awareness skills among drivers regardless of age and experience through repetitive exposure to real-life short movies of hazardous driving situations, *Transportation Research Part F* 60 pp. 353–365 <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.09.021> (21.8.2019)

Kahana-Levy, N., Shavitzky-Golkin S., Borowsky A., Vakila E. (2019a) The effects of repetitive presentation of specific hazards on eye movements in hazard perception training, of experienced and young-inexperienced drivers, *Accident Analysis and Prevention* 122 (2019) 255–267 <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.09.033> (27.8.2019)

Kaparias, I., Bell, M. G. H., Miri, A., Chan, C. and Mount, B. (2012). Analysing the perceptions of pedestrians and drivers to shared space. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 15(3), pp. 297-310. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.02.001> (21.8.2019)

Lord, D., Smiley, A. & Haroun, A. (1999). Pedestrian accidents with left-turning traffic at signalized intersections: characteristics, human factors and unconsidered issues. Department of Civil Engineering, University of Toronto, Ontario, Canada, 1-19.

Mackun T., Ryś A. & Tomczuk P. (2017) Risk assessment methodologies for pedestrian crossings without traffic lights – Warsaw case study – pedestrian safety assessment, *MATEC Web Conf. Volume 122, 2017 XI International Road Safety Seminar GAMBIT 2016* <https://doi.org/10.1051/mateconf/201712201004> (27.8.2019)

Martens, M. H., & Fox, M. (2007). Does road familiarity change eye fixations? A comparison between watching a video and real driving. *Transportation Research Part F*, 10, 33–47. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2006.03.002> (20.08.2019)

Martens, M.H., & Fox, M.R.J. (2007). Do familiarity and expectations change perception? Drivers' glances and response to change. *Transportation research, Part F* 10, 475-492

Masaoe, E. N. (1998). Pedestrian conflict models for four-arm priority road junctions. *Proceedings of the 11th annual international co-operation on theories and concepts in traffic safety meeting, Budapest, Hungary*, pp. 37–56. [https://www.ictct.net/migrated\\_2014/ictct\\_document\\_nr\\_309\\_4.pdf](https://www.ictct.net/migrated_2014/ictct_document_nr_309_4.pdf) (2019)

Mayeur, A., Bremond, R., & Bastien, J. M. C. (2010). The effect of the driving activity on target detection as a function of the visibility level: Implications for road lighting. *Transportation Research Part F*, 13, 115–128 <https://doi.org/10.1016/j.trf.2009.12.004> (20.8.2019)

Merlino, S., Mondada, L. (2019) Crossing the street: How pedestrians interact with cars, *Language & Communication* 65, 131–147 <https://doi.org/10.1016/j.langcom.2018.04.004> (27.8.2019)

Mills, K. C., Parkman, K. M., Smith, G. A., & Rosendahl, F. (1999). Prediction of driving performance through computerized testing: High-risk driver assessment and training. *Transportation Research Record*, 1689, 18–24. <https://doi.org/10.3141/1689-03> (27.8.2019)

Novák, T., Nový způsob osvětlení přechodu v Litovli z pohledu odborníků. *Časopis Moderní obec* dostupný na <http://www.moderniobec.cz/novy-zpusob-osvetleni-prechodu-v-litovli-ocima-odborniku>

Özkan, T., & Lajunen, T. (2006). What causes the differences in driving between young men and women? The effects of gender roles and sex on young drivers' driving behaviour and self-assessment of skills. *Transportation Research Part F*, 9, 269–277. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2006.01.005> (20.8.2019)

Piff, P.K., Stancato D.M., Mendoza-Denton R., Keltner D., & Coteb. S. (2012) Higher Social Class Predicts Increased Unethical Behavior, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Volume 109, Number 11, pp. 4086-4091, <https://doi.org/10.1073/pnas.1118373109> (13.8.2019)

Rehnová, V. (2013). Osvětlení a bezpečnost v dopravě, seminář Cesty světla, Brno, 21. března 2013  
Shinohara, K., Renge, K. (2015). Traffic psychology. In *Traffic and safety sciences: interdisciplinary wisdom of IATSS*. S.81-88. Staženo z: <https://www.iatss.or.jp/common/pdf/en/publication/commemorative-publication/iatss40theory08.pdf>.

Salamati, K., Schroeder, B. J., Geruschat, D. R., & Roupail, N. M. (2013). Event-based modeling of driver yielding behavior to pedestrians at two-lane roundabout approaches. *Transportation Research Record: The Journal of the Transportation Research Board*, 2389, 1–11. <https://doi.org/10.3141/2389-01> (13.8.2019)

Shinohara, K., Renge, K. (2015). Traffic psychology. In *Traffic and safety sciences: interdisciplinary wisdom of IATSS*. S.81-88. Staženo z: <https://www.iatss.or.jp/common/pdf/en/publication/commemorative-publication/iatss40theory08.pdf>. (20.8.2019)

Stapleton, S., T. Kirsch, T.J. Gates, & Savolainen P.T. (2017). Factors Affecting Driver Yielding Compliance on College Campuses: An Evaluation of 31 Uncontrolled Midblock

Crosswalks on Low Speed Roadways in Michigan, Presented at the Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, DC, 2017

Stinchcombe, A., & Gagnon, S. (2010). Driving in dangerous territory: Complexity and road-characteristics influence attentional demand. *Transportation Research Part F*, 13, 388–396  
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2010.06.008> (20.8.2019)

Sullivan, J.M., Flannagan, M.J., (2002): The role of ambient light level in fatal crashes: inferences from daylight saving time transitions. *Accident Analysis & Prevention*. 34 (4), pp. 487–498

Štikar, J. (1991). *Obrazová komunikace*. Praha: Karolinum.

Štikar, J., Hoskovec, J., Štikarová, J. (2003). *Psychologie v dopravě*. Praha: Karolinum.

Šucha, M., Rehnová, V., Kořán, M., Černochová, D. (2013). *Dopravní psychologie pro praxi*. Praha: Grada.

Šucha, M. et al, Road users' strategies and communication: driver-pedestrian interaction. Staženo: z:  
[https://psych.upol.cz/fileadmin/userdata/FF/katedry/pch/vyzkum/dopravni\\_psychologie/Sucha-2.pdf](https://psych.upol.cz/fileadmin/userdata/FF/katedry/pch/vyzkum/dopravni_psychologie/Sucha-2.pdf) (2021)

Tomczuk P, Jamroz K., Mackun T., & Chrzanowicz M. (2019) Lighting requirements for pedestrian crossings – positive contrast, *MATEC Web of Conferences* 262, 05015  
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201926205015> (20.8.2019)

Vaa, T. (2013). Understanding driver/pedestrian conflict: Driver behaviour and effect of measures at pedestrian crossings. Staženo z: Vasantha Wickramasinghe, V. & Dissanayake, S. (2018). Night time visibility of crossing pedestrians. Poster, Kansas State University. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Vasautha\\_Wickramasinghe](https://www.researchgate.net/profile/Vasautha_Wickramasinghe)

Vaa T. (2019): Understanding driver/pedestrian conflicts: Driver behaviour and effect of measures at pedestrian crossings, In *Proceedings of 19th ICTCT workshop*, <https://www.researchgate.net/publication/237775937> (4.6.2019)

Vlasák, J. (2017). *Chování řidiče při jízdě přes přechod pro chodce v noci a ve dne*. Nepublikovaná diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické.

Wood, J.M., Tyrrell, R.A., Carberry, T.P., 2005a. Limitations in drivers' ability to recognize pedestrians at night. *Hum. Factors* 47 (3), 644–653.

Wood, J.M., Tyrrell, R.A., Carberry, T.P., 2005b. Limitations in drivers' ability to recognize pedestrians at night. *Hum. Factors* 47 (3), 644–653.  
<https://doi.org/10.1518/001872005774859980> (2019)

ZHÁNĚL, J. a kol. (2014). Metodologie výzkumné práce. Brno: Masarykova univerzita.

### **Zákony, normy a předpisy:**

13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů (novelizován zákonem č. 152/2011 Sb.)

Z.č.365/2021 Sb. kterým se mění zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů

294/2015 Vyhláška, kterou se provádějí pravidla provozu na pozemních komunikacích

CIE (2010), Technical Report, No. 115:2010, Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic, [https://www.techstreet.com/cie/standards/cie-115-2010?product\\_id=1724306](https://www.techstreet.com/cie/standards/cie-115-2010?product_id=1724306) (21.8.2019)

ČSN 73 6110. Projektování místních komunikací. Praha: Český normalizační institut, 2006. Dostupné také z:  
<http://www.unmz.cz/files/normalizace/%C4%8CSN%2073%206110/74506.pdf> (2019)

ČSN P 36 0455. Osvětlení pozemních komunikací – Doplnující informace.

ČSN CEN/TR 13201-1 (36 0455). Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběh tříd osvětlení.

ČSN EN 13201-2:2016 (36 0455). Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky.

ČSN EN 13201-3 (36 0455). Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet.

ČSN EN 13201-4 (36 0455). Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření.

ČSN EN 13201-5 (36 0455). Osvětlení pozemních komunikací – Část 5: Ukazatelé energetické náročnosti.

TKPSPK 15: Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, kap. 15, Osvětlení pozemních komunikací. Ministerstvo dopravy, 2015,  
[http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_6\\_TKP/TKP\\_15.2.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_6_TKP/TKP_15.2.pdf) (20.8.2019)

TP 65 (2013), Technické podmínky: Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích, MD ČR [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_65.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_65.pdf) (20.8.2019)

TP 85 (2013), Technické podmínky: Zpomalovací prahy, MD ČR,  
[http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_85.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_85.pdf) (20.8.2019)

TP 132 (2000) MD ČR, Zásady návrhu dopravního zklidňování na místních komunikacích  
[http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_132.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_132.pdf) (20.8.2019)

TP 133 (2013), Technické podmínky: Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích, [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_133.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_133.pdf) (21.8.2019)

TP 135 (2017), MD ČR Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_135\\_2017.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_135_2017.pdf) (21.8.2019)

TP 145 (2001), MD ČR Zásady pro navrhování úprav průtahů silnic obcemi [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_145.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_145.pdf) (21.8.2019)

TP 169, (2005) Technické podmínky: Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích, [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP169.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP169.pdf) (20.8.2019)

TP 217 (2017), Technické podmínky: - Zvýrazňující optické prvky na pozemních komunikacích, MD ČR, [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_8\\_TP/TP\\_217\\_2017.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_217_2017.pdf) (20.8.2019)

Zákon č. 130/2002 Sb. Zákon o podpoře výzkumu a vývoje z veřejných prostředků a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o podpoře výzkumu a vývoje)



## Seznam Tabulek

Tabulka 1. Faktory potenciálně ovlivňující vnímání chodců a řidičů (Zdroj: Kaparias et al., 2012)	8
Tabulka 2. Základní charakteristiky - percepce technického značení přechodů I. série (TVD)	34
Tabulka 3. ANOVA F-test - percepce technického značení přechodů I. série (TVD)	34
Tabulka 4. Test kontrastu percepce - technického značení přechodů I. série (TVD)	34
Tabulka 5. Základní charakteristiky - percepce technického značení přechodů I. série (TFD)	34
Tabulka 6. ANOVA F-test - percepce technického značení přechodů I. série (TFD)	34
Tabulka 7. Test kontrastu - percepce technického značení přechodů I. série (TFD)	35
Tabulka 8. Základní charakteristiky - percepce technického značení přechodů II. série (TVD)	35
Tabulka 9. ANOVA F-test - percepce technického značení přechodů II. série (TVD)	35
Tabulka 10. Test kontrastu - percepce technického značení přechodů II. série (TVD)	35
Tabulka 11. Základní charakteristiky - percepce technického značení přechodů II. série (TFD)	35
Tabulka 12. ANOVA F-test - percepce technického značení přechodů II. série (TFD)	36
Tabulka 13. Test kontrastu - percepce technického značení přechodů II. série (TFD)	36
Tabulka 14. Základní charakteristiky - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TVD)	36
Tabulka 15. ANOVA F-test - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TVD)	37
Tabulka 16. Test kontrastu - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TVD)	37
Tabulka 17. Základní charakteristiky - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TFD)	37
Tabulka 18. ANOVA F-test - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TFD)	37
Tabulka 19. Test kontrastu - percepce vodorovného značení přechodů I. série (TFD)	37
Tabulka 20. Základní charakteristiky - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TVD)	37
Tabulka 21. ANOVA F-test - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TVD)	37
Tabulka 22. Test kontrastu - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TVD)	38
Tabulka 23. Základní charakteristiky - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TFD)	38
Tabulka 24. ANOVA F-test - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TFD)	38
Tabulka 25. Test kontrastu - percepce vodorovného značení přechodů II. série (TFD)	38
Tabulka 26. Základní charakteristiky - percepce svislého značení přechodů I. série (TVD)	39
Tabulka 27. ANOVA F-test - percepce svislého značení přechodů I. série (TVD)	39
Tabulka 28. Základní charakteristiky - percepce svislého značení přechodů I. série (TFD)	39
Tabulka 29. ANOVA F-test - percepce svislého značení přechodů I. série (TFD)	39
Tabulka 30. Základní charakteristiky - percepce svislého značení přechodů II. série (TVD)	39
Tabulka 31. ANOVA F-test - percepce svislého značení přechodů II. série (TVD)	39
Tabulka 32. Test kontrastu - percepce svislého značení přechodů II. série (TVD)	39
Tabulka 33. Základní charakteristiky - percepce svislého značení přechodů II. série (TFD)	40
Tabulka 34. ANOVA F-test - percepce svislého značení přechodů II. série (TFD)	40
Tabulka 35. Test kontrastu - percepce svislého značení přechodů II. série (TFD)	40
Tabulka 36. Porovnání analyzovaných dat obou sérií dle pořadí přechodu	40
Tabulka 37. Párový test	41
Tabulka 38. Základní charakteristiky - vyhledávání chodců u přechodů I. série (TVD)	42
Tabulka 39. ANOVA F-test - vyhledávání chodců u přechodů I. série (TVD)	42
Tabulka 40. Základní charakteristiky - vyhledávání chodců u přechodů I. série (TFD)	42
Tabulka 41. ANOVA F-test - vyhledávání chodců u přechodů I. série (TFD)	42
Tabulka 42. Základní charakteristiky - vyhledávání chodců u přechodů II. série (TVD)	42
Tabulka 43. ANOVA F-test - vyhledávání chodců u přechodů II. série (TVD)	42
Tabulka 44. Základní charakteristiky - vyhledávání chodců u přechodů II. série (TFD)	42

Tabulka 45. ANOVA F-test - vyhledávání chodců u přechodů II. série (TFD).....	43
Tabulka 46. Souhrn sčítání pomocí radarové techniky .....	43
Tabulka 47. Souhrn sčítání vozidel dle jednotlivých dnů .....	44

## Seznam Obrázků

Obrázek 1. Negativní kontrast osvětlení chodce (Zdroj: Tomczuk et al., 2019).....	16
Obrázek 2. Pozitivní kontrast osvětlení chodce (Zdroj: Tomczuk et al., 2019).....	17
Obrázek 3 Model tříúrovňového chování založeného na Rasmussenově modelu (Zdroj: Shinohara, Renge, 2015, s. 86).....	20
Obrázek 4. Sledovaný přechod – směr od Vítězného náměstí .....	27
Obrázek 5. Ukázka webového prostředí .....	28
Obrázek 6. Přihlašovací formulář s rezervací času pro pokusnou osobu.....	28
Obrázek 7. Záznam ze zařízení „eye-tracking“ .....	30
Obrázek 8. Ukázka výhledu řidiče a zaměření jeho pozornosti v nájezdu na první přechod sledované série.....	31

**T A**  
**Č R**

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA.

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)  
*vyzkum užitečný pro společnost.*

