



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

### ODBOR ZNALECTVÍ VE STROJÍRENSTVÍ, ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD A OCEŇOVÁNÍ MOTOROVÝCH VOZIDEL

DEPARTMENT OF EXPERTISE IN MECHANICAL ENGINEERING, ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS AND  
VEHICLE ASSESSMENT

## ANALÝZA ÚKONŮ ŘÍZENÍ VOZIDEL U STARŠÍCH ŘIDIČŮ

ANALYSIS OF OLDER DRIVERS' VEHICLE DRIVING BEHAVIOUR

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Maršálek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Stanislav Tokař, Ph.D.

BRNO 2020



# Zadání diplomové práce

Student:	<b>Bc. Lukáš Maršálek</b>
Studijní program:	Soudní inženýrství
Studijní obor:	Expertní inženýrství v dopravě
Vedoucí práce:	<b>Ing. Stanislav Tokař, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2020/21
Ústav:	Odbor znalectví ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## **Analýza úkonů řízení vozidel u starších řidičů**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Práce je zaměřena na problematiku starších řidičů. Zejména na stanovení možných rozdílů při úkonech ovládání vozidla při běžné jízdě. Na základě vlastních měření s respondenty, bude cílem vyhodnotit zvolené běžné úkony při ovládání vozidla v silničním provozu. Bude se jednat zejména o doby pohledu při rozhlížení, případně doby pohledů do jednotlivých zpětných zrcátek. Také je možné zaměřit se s využitím zařízení eyetracker na doby pozorování jednotlivých objektů, při jízdě vozidlem.

### **Cíle diplomové práce:**

Provedení literární rešerše současného stavu poznání dané problematiky – řízení vozidel staršími řidiči.

Návrh a realizace vlastních měření, pro možnost sledování zvolených parametrů, při ovládání vozidla. Vyhodnocení měření a sumarizace dosažených výsledků pro využití v soudně – inženýrské praxi.

### **Seznam doporučené literatury:**

[1] BRADÁČ, A. a kol.: Soudní inženýrství. AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM s.r.o., Brno 1999

[2] RÁBEK, Vlastimil. Vnímání a rozhodování účastníků silničního provozu –denní doba. PROPERUS s.r.o., Olomouc, 2014. str. 350. VPRA-SCP-2014-06-04.

[3] Odborná periodika, sborníky z konferencí.



## ***Abstrakt***

Tato diplomová práce je zaměřená na analýzu úkonů starších řidičů při řízení v různých dopravních situacích a její porovnání se skupinou řidičů v produktivním věku. První část práce shrnuje dosavadní poznatky v dané problematice s důrazem na změnu v řidičské výkonnosti spojenou s pokročilým věkem. V analytické části jsou vyhodnocována data získaná z videozáznamů jízdních zkoušek v reálném provozu. Data jsou vyhodnocena za účelem zjištění časové náročnosti kontroly rizikových oblastí a návyků jednotlivých věkových skupin. Na základě získaných výsledků jsou zhodnoceny přínosy a možná omezení daná podmínkami měření.

## ***Abstract***

This master's thesis is focused on elderly drivers' behavior in various traffic situations and its comparison with a group of drivers in their productive years. The first part of the thesis compiles the current state of knowledge of the matter with a focus on age-related changes in driver performance. The analytical part is dedicated to the evaluation of the data collected from test drive video recordings. The data is evaluated to determine time spent on risk area assessments and habits of the groups. The added value and possible limitations given by the methodology are evaluated in the final part of the thesis.

## ***Klíčová slova***

Starší řidiči, řidičské návyky, chování při řízení, kontrola dopravní situace, eyetracking

## ***Keywords***

Elderly drivers, driving habits, driver behaviour, traffic situation check, eyetracking



### ***Bibliografická citace***

MARŠÁLEK, Lukáš. *Analýza úkonů řízení vozidel u starších řidičů*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/112312>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Stanislav Tokař.



### ***Prohlášení***

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Analýza úkonů řízení vozidel u starších řidičů“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně .....

.....

Podpis autora



## ***Poděkování***

Na tomto místě bych rád v první řadě poděkoval vedoucímu práce, Ing. Stanislavu Tokařovi, Ph.D., za vstřícné jednání, cenné rady a vedení při zpracování této diplomové práce. Dále patří můj dík Mgr. et Mgr. Petru Zámečnickovi za jeho připomínky k dotazníku a vlastnímu měření a Ing. et Ing. Kateřině Bucsuházy, Ph.D. za teoretický přínos v oblasti vlastního měření. Rád bych poděkoval i všem probandům, kteří ve vlastním čase bez nároku na odměnu svolili k účasti na měřených jízdách a všem, kteří mi pomohli vhodné řidiče kontaktovat a oslovit, nebo mi poskytli informace či jakoukoliv jinou pomoc. V neposlední řadě také rodině a přátelům za jejich podporu po celou dobu mého studia.



## OBSAH

OBSAH.....	13
1 ÚVOD.....	15
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....	16
2.1 Struktura populace dle věku.....	16
2.2 Problematika řízení starších řidičů.....	22
2.2.1 Vliv stárnutí na řidičské schopnosti.....	23
2.2.2 Sekundární pohledy.....	25
2.2.3 Reakční čas.....	27
2.3 Behaviorální adaptace starších řidičů .....	29
2.4 Mentální zátěž a její vliv při řízení vozidla.....	31
2.5 Vliv ročního nájezdu kilometrů na nehodovost starších řidičů.....	34
2.6 Vliv infrastruktury na bezpečnost řízení u starších řidičů.....	35
2.6.1 Výhled do křižovatky.....	36
2.6.2 Navržení křižovatky pro odbočování vlevo.....	36
3 CÍLE PRÁCE .....	38
4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ .....	39
4.1 Trasa.....	39
4.2 Zkušební vozidlo a měřicí zařízení.....	44
4.3 Probandi.....	46
4.3.1 Profily probandů.....	47
4.3.2 Subjektivní hodnocení řidičských schopností a obtížnosti situací.....	49
4.3.3 Hodnocení vlastní behaviorální adaptace.....	50
5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ / DOSAŽENÉ VÝSLEDKY.....	52
5.1 Vyhodnocení pohledů do rizikových oblastí (Žádný provoz) .....	53
5.1.1 Objíždění překážky .....	53

5.1.2	<i>Připojování do průběžného pruhu.....</i>	55
5.1.3	<i>Odbočování doleva z vedlejší komunikace.....</i>	56
5.1.4	<i>Odbočování doleva z hlavní komunikace přes tramvajový pás.....</i>	63
5.2	Vyhodnocení pohledů do rizikových oblastí (provoz) .....	68
5.2.1	<i>Odbočování doleva z hlavní komunikace přes tramvajový pás (s provozem) .....</i>	68
6	DISKUZE / ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ .....	72
7	ZÁVĚR.....	74
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	76
	SEZNAM TABULEK.....	81
	SEZNAM GRAFŮ .....	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	82
	SEZNAM ZKRATEK.....	84
	SEZNAM PŘÍLOH.....	84

# 1 ÚVOD

Problematika starších řidičů se v dnešní době stává stále více aktuální nejen z důvodu stárnoucí populace, ale i kvůli celkově větší dostupnosti motorových vozidel a rostoucímu počtu držitelů řidičského oprávnění v poměru k celkové populaci. V neposlední řadě hrají roli i zvyšování důchodového věku a větší nároky na mobilitu u starší populace.

S klesající vitalitou jednotlivců se dá očekávat i jejich snížená výkonnost při řízení motorového vozidla vedoucí k větší rizikovosti při řízení. Je otázkou, jakou hraje v tomto ohledu roli stáří jednotlivce. V mnoha zemích jsou řidiči od určitého věku podrobeni pravidelným kontrolám, při kterých odborníci opakovaně ověřují jejich způsobilost k řízení. Pokud je řidič shledán nezpůsobilým, může to mít významný vliv na jeho individuální mobilitu a tím se může výrazně snížit kvalita života daného člověka.

Tato témata a komplexní problémy budou v této diplomové práci rozebrány v teoretické rešerši, na jejímž základě poté bude provedena analýza řidičských návyků a rozdílů mezi skupinami starších a mladších řidičů v městském prostředí v různých situacích za rozmanitých podmínek.

## 2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této rešerši diplomové práce bude popsán aktuální stav poznání problematiky starších řidičů a různých vlivů na jejich schopnosti a dovednosti ovlivňující kvalitu řízení motorového vozidla. Mezi další zkoumané jevy patří vývoj demografické struktury populace, demografické struktury držitelů řidičského oprávnění, vliv ročního nájezdu kilometrů na výkon za volantem a řešení dopravní infrastruktury.

### 2.1 STRUKTURA POPULACE DLE VĚKU

Abychom mohli izolovat skupinu starších řidičů, musíme definovat, kdo do této skupiny spadá. Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) můžeme definovat pět věkových skupin:

1. 45-60 let věku nazýváme stárnoucími osobami,
2. 61-75 let věku nazýváme staršími osobami,
3. 76-90 let věku nazýváme starými osobami,
4. 91-100 let věku nazýváme velmi starými osobami,
5. Starší 100 let věku nazýváme dlouho žijícími osobami. (Schwarze, 2014)

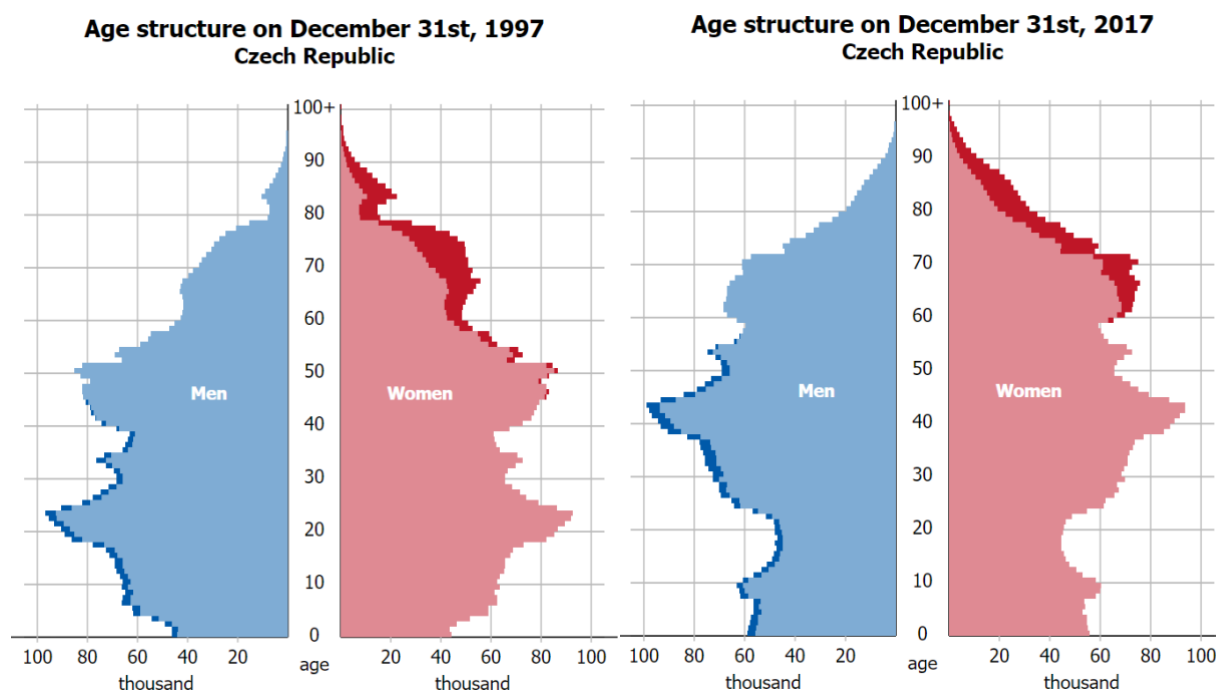
V různých literárních zdrojích a podle různých organizací se ohraničení a definice různých věkových skupin liší podle úhlu pohledu nebo účelu ohraničení. Jeden z pohledů na ohraničení starších osob, potažmo starších řidičů, může být dosažení důchodového věku. Od roku narození 1971 je podle §32 Zákona o důchodovém pojištění důchodový věk stanoven na 65 let.

Budoucí trend však poukazuje na zvyšování hranice pro klasifikaci starších řidičů s ohledem na zvyšující se vitalitu populace v pokročilejším věku. Průměrná vitalita dnešních 65letých řidičů bude v blízké budoucnosti obvyklá pro řidiče 75 let věku s ohledem na medicínské pokroky a šetrnější životní styl. (European Commission, 2015)

Mobilita je důležitým faktorem pro kvalitu života a zahrnuje i činnosti jako schopnost vstát z postele, řízení motorového vozidla nebo jiný způsob zajištění transportu z bodu A do bodu B. Je proto esenciální částí každodenního života s významem při udržování sociálních kontaktů, nezávislého fungování a pocitu moci či duševní

pohody. Obtíže s mobilitou mohou zvýšit potřebu formální i neformální péče o daného jedince. Souvislost mobility s řízením je nižší v Evropě, než v zemích jako jsou Spojené státy americké z důvodu větší tradice a rozvinutějšího systému hromadné dopravy. Vztaheno na prostředí České republiky má schopnost řídit motorové vozidlo větší vliv na mobilitu jedinců na venkově než ve městech z důvodu řidšího systému hromadné dopravy v rurálních oblastech. (Vance, 2006)

Mnoho zemí čelí problému stárnoucí populace a s ním jde ruku v ruce zvýšená potřeba zajištění mobility starších občanů. Podle dat Českého statistického úřadu (Obr. č. 1) žilo v České republice v roce 1997 17,4 % obyvatel mladších 15 let a 13,6 % obyvatel starších 65 let. Stojí za zmínku trend v procentuálním zastoupení žen oproti mužům v jednotlivých kategoriích dosahujících 48,7 % v nejmladší a 61,8 % v nejstarší skupině. Z tohoto trendu je patrné, že se ženy dožívají vyššího věku než muži. (Český statistický úřad, 2019)



Obr. č. 1: Struktura obyvatelstva ČR k 31.12.1997 a 31.12.2017 (Český statistický úřad, 2019)

Při porovnání statistiky z roku 2017 s daty o 20 let staršími je patrný pokles porodnosti, což je patrné na změně procentuálního zastoupení nejmladší a nejstarší kategorie oproti roku 1997, 15,7 % mladších 15 let a 19,2 % starších 65 let. Poměr zastoupení žen v populaci se výrazně nemění v žádné z kategorií. (Český statistický úřad, 2019)

Tab. č. 1: Vývoj populace 1997-2017 (Český statistický úřad, 2019)

	<b>1997</b>	<b>2017</b>	<b>1997 [%]</b>	<b>2017 [%]</b>
<b>&lt;15</b>	1795032	1670677	17,4%	15,7%
<b>15-30</b>	2549577	1805748	24,8%	17,0%
<b>31-45</b>	2144106	2499255	20,8%	23,6%
<b>46-60</b>	2044017	2031943	19,8%	19,2%
<b>61-75</b>	1324417	1901110	12,9%	17,9%
<b>76-90</b>	422828	657838	4,1%	6,2%
<b>91-100</b>	19148	43484	0,2%	0,4%
<b>Celkem</b>	10299125	10610055	100,0%	100,0%

Z Tab. č. 1 uvedené výše je patrné, že přibývá procentuálního zastoupení obyvatel ve všech věkových kategoriích starších 60 let. Naopak v populaci mladší 30 let dochází k úbytku. Z dat můžeme vyčíst, že podíl populace do 30 let se snížil od roku 1997 do roku 2017 o bezmála 10 % a o stejný podíl tedy vzrostlo zastoupení populace starší 30 let. (Český statistický úřad, 2019)

Podíváme-li se na strukturu držitelů řidičského oprávnění v Tab. č. 2, uvidíme celkový nárůst o 22 % v počtu držitelů řidičského průkazu. V roce 1997 bylo z celkového počtu držitelů řidičského oprávnění ve věkové kategorii 61 let věku a starší celkem 14,4 %, v roce 2017 už tato věková skupina zastupuje 27,6 % všech držitelů řidičského

oprávnění a v absolutních číslech bylo v této věkové kategorii se počet držitelů oprávnění v této věkové kategorii zvýšil téměř 2,5x. (Ministerstvo dopravy ČR, 2019)

Tab. č. 2: Vývoj věkové struktury držitelů ŘO 1997-2017 (Ministerstvo dopravy ČR, 2019)

	<b>1997</b>	<b>2017</b>	<b>1997 [%]</b>	<b>2017 [%]</b>
<b>&lt;15</b>	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>15-30</b>	1507256	1133131	27,9%	16,4%
<b>31-45</b>	1672297	2159325	31,0%	31,2%
<b>46-60</b>	1442525	1723985	26,7%	24,9%
<b>61-75</b>	652023	1455397	12,1%	21,0%
<b>&gt;76</b>	121410	455163	2,3%	6,6%
<b>Celkem</b>	5395511	6927001	100,0%	100,0%

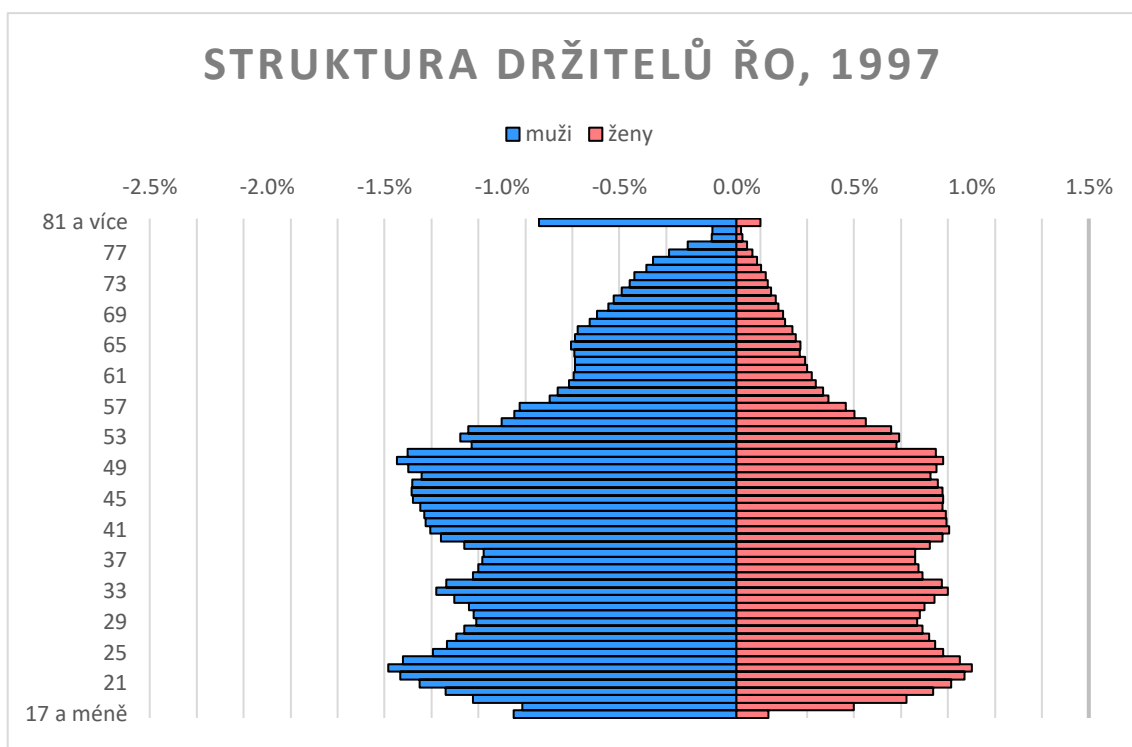
Z ročenky nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice, Tab. č. 3, není při porovnání s věkovou strukturou držitelů řidičského oprávnění v České republice v roce 2017 patrné vyšší procento zavinění dopravních nehod staršími řidiči. (Policie ČR, 2018)

Tab. č. 3: Přehled nehod podle věku řidiče – viníka (Policie ČR, 2018)

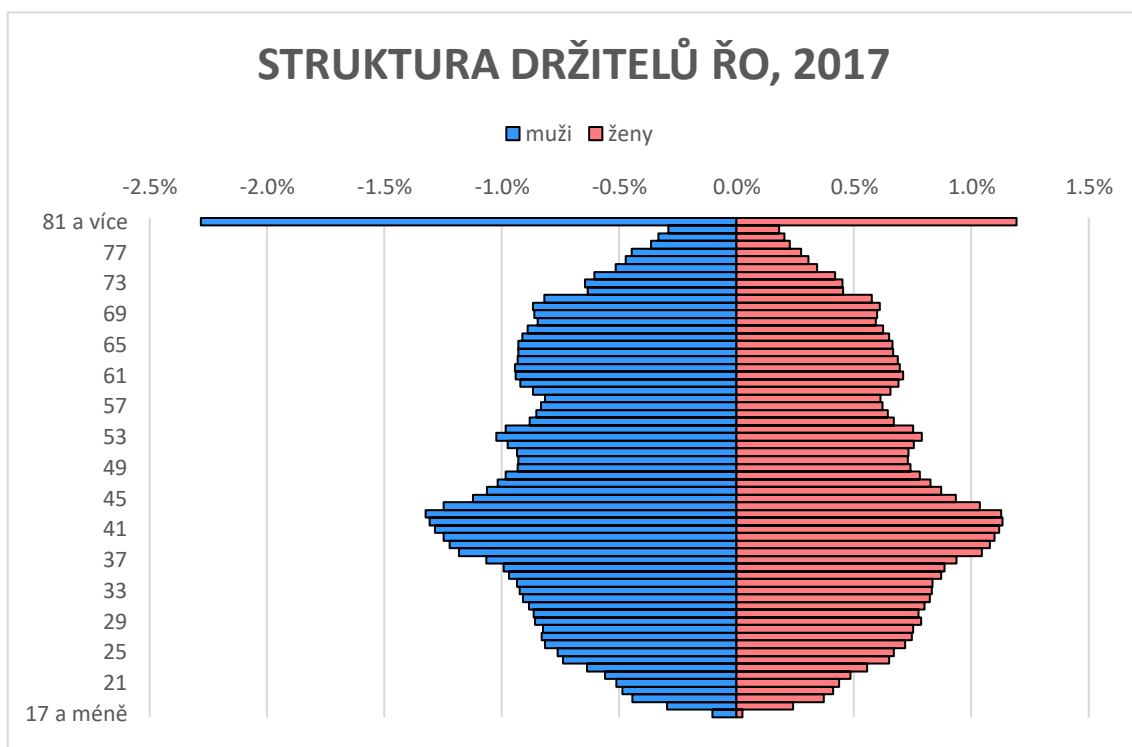
	<b>2018</b>	<b>2018 [%]</b>
<b>Nezjištěno</b>	20 727	24%
<b>15-29</b>	17 012	20%
<b>30-49</b>	27 595	32%
<b>50-64</b>	13 402	15%
<b>65+</b>	7 896	9%
<b>Celkem</b>	86 632	100,00%

Dostupná data bohužel z důvodu různě rozdělených věkových kategorií neumožňují přesné porovnání, ale z dat Ministerstva dopravy ČR a Policie ČR i přes nekonzistenci vyplývá nepoměr mezi držiteli řidičského oprávnění a způsobenými dopravními nehodami. Držitelů řidičského oprávnění starších 61 let bylo v roce 2017 v České republice 27,7 % (Ministerstvo dopravy ČR, 2019) zatímco v roce 2018 řidiči starší 65 let zavinili 9 % dopravních nehod. (Policie ČR, 2018)

Výše zmíněné údaje jsou dobře patrné v demografické pyramidě držitelů řidičského oprávnění v relevantních letech (Obr. č. 2 a Obr. č. 3). Za zmínku stojí téměř trojnásobný nárůst počtu řidičů starších 81 let, detailnější věkové rozdělení bohužel Ministerstvo dopravy nesleduje.



Obr. č. 2: Struktura držitelů ŘO 1997 (Ministerstvo dopravy ČR, 2019)



Obr. č. 3: Struktura držitelů ŘO 2017 (Ministerstvo dopravy ČR, 2019)

## 2.2 PROBLEMATIKA ŘÍZENÍ STARŠÍCH ŘIDIČŮ

Podle několika studií byly identifikovány situace, které jsou pro starší řidiče obzvláště náročné jako například jízda ve tmě, v dešti, odbočování a přejíždění mezi pruhy, projíždění křižovatkami, jízda v městské dopravě, předjíždění, reakce na světelných křižovatkách, couvání, rozeznávání skrytého značení, míjení vozidel v úzkém prostoru, jízda v husté dopravě, rychlá jízda, jízda v podmínkách s vysokým množstvím chodců, řešení situací, při kterých musí být sledovány dva a více objektů, akcelerace a brzdění na nájezdech a sjezdech dálnic se zvýšenou intenzitou dopravy, posuzování pořadí průjezdu vozidel křižovatkou z různých směrů, odbočování při posuzování okolní dopravní situace a komunikace s ostatními účastníky silničního provozu. (Schwarze, 2014)

Ve všech výše zmíněných situacích můžeme pozorovat zvýšené požadavky na pozornost řidiče obzvláště pokud musí být uvažovány dva na sobě nezávislé objekty zároveň. (Schwarze, 2014) U zmíněných situací může také hrát roli vysoká mentální zátěž, která má na starší řidiče výraznější vliv než na ostatní řidiče. (Cantin, 2009)

S ohledem na tyto faktory mnoho starších řidičů přizpůsobuje své návyky v řízení. Častými kompenzačními metodami jsou například pomalejší jízda, vyhýbání se řízení v noci a nepříznivých povětrnostních podmínkách či ve špičce. Je časté, že starší řidiči omezují řízení pouze na situace, ve kterých se cítí bezpečně vyhýbají se situacím jako odbočování doleva, komplexním křižovatkám, garážovému parkování a denní špičce. (Schwarze, 2014)

Stárnutí má vliv na mnohé dovednosti relevantní pro řízení motorového vozidla. Při procesu získávání potřebných informací pro zajištění schopnosti řízení vozidla přispívá zrak zhruba 90 %. V posuzování kvality zrakového vjemu je zvykem soustředit se na ostrost zraku, která může být doplněna o jednoduchý test barvocitu a periferního vidění. Tento test však může být vnímán jako irelevantní pro mnoho běžných činností, jako je například řízení, z důvodu nízké korelace mezi ostrostí zraku a schopností výkonu činností, lišících se standardů pro posuzování ostrosti zraku a jejich častém založení na konsenzu specifické skupiny odborníků a lišících se standardů použití korektivních nástrojů pro ostrost zraku. (Karwowski, 2006)

### 2.2.1 Vliv stárnutí na řidičské schopnosti

Vliv stáří na vizuální schopnosti zahrnuje například:

- Zhoršení schopnosti akomodace (přizpůsobení zaostření na různé vzdálenosti),
- Snižování barvocitu,
- Snížení citlivosti na světlo,
- Zhoršení statické a dynamické ostrosti zraku,
- Zúžené zorné pole,
- Snížení kontrastní citlivosti,
- Zvýšená citlivost na ovlivnění zraku ostrým světlem,
- Vznik zákalů. (Karwowski, 2006)

Další dotčené komplexní schopnosti zahrnují:

- Zhoršený prostorový odhad (např. hloubka a rychlost),
- Psychomotorické schopnosti,
- Soustředěná a rozdělená pozornost,
- Krátkodobá paměť,
- Schopnost řešení komplexních úloh a rychlého rozhodování v komplexních situacích. (Karwowski, 2006)

McKnight a McKnight provedli studii porovnávající 22 vizuálních, pozornostních, vjemových, kognitivních a psychomotorických schopností řidičů starších 62 let a jejich vliv na riziko vzniku nebezpečných dopravních situací. Sledované schopnosti zahrnovaly následující:

- Smyslové: statická, dynamická vizuální ostrost a ostrost při vysokém a nízkém kontrastu, citlivost na kontrast, odolnost proti oslnění a zotavení, zorné pole;
- Poznostní: obecná pozornost, rozsah pozornosti, selektivní pozornost, sdílení pozornosti;
- Vjemové: rychlost vnímání, detekce pohybu, závislost na poli;

- Kognitivní: zpracování informací, dlouhodobá a krátkodobá paměť, schopnost uvažování;
- Psychomotorické: reakční čas, reakční čas při výběru, koordinace, sledování. (McKnight, 1999)

Podle výsledků studie je obtížné přičítat zhoršené řidičské schopnosti jediné z výše zmíněných dovedností, protože tato zhoršení se obvykle objevují v různých kombinacích a různé proměnné mohou mít další vliv na tyto kombinace. Je například možné, že zhoršené smyslové nebo vjemové schopnosti jsou způsobeny zhoršeným kognitivním stavem jedince. Souvislost těchto vztahů lze uchopit obtížněji než každou schopnost zvlášť a je tedy nejasné, jaké kombinace jsou z hlediska bezpečnosti nejrizikovější. (McKnight, 1999)

Naproti tomu Vaa ve svém výzkumu nedospěl k závěru, že by zraková omezení sama o sobě měla zásadní vliv na riziko stát se účastníkem dopravní nehody, tedy nepřímo na řidičské schopnosti. Jak vyplývá z tabulky níže (Tab. č. 4), nejvyšší relativní rizika jeho výzkum přičítá zejména alkoholismu, drogám a léčivům, neurologickým onemocněním a psychologickým onemocněním. (Vaa, 2003)

*Tab. č. 4: Vlivy zdravotních omezení na relativní riziko dopravní nehody (Vaa, 2003)*

Omezení	Relativní riziko*	95% interval	Počet výsledků
<b>Zraková omezení</b>	1,09	(1,04;1,15)	79
<b>Sluchová omezení</b>	1,19	(1,02;1,40)	5
<b>Artritida a pohybová omezení</b>	1,17	(1,00;1,36)	12
<b>Kardiovaskulární onemocnění</b>	1,23	(1,09;1,38)	48
<b>Diabetes mellitus</b>	1,56	(1,31;1,86)	25
<b>Neurologická onemocnění (všechny druhy)</b>	1,75	(1,61;1,89)	22

<b>Nemoci ovlivňující CNS (např. mrtvice, Parkinsonova choroba)</b>	1,35	(1,08;1,67)	11
<b>Epilepsie a ostatní záchvaty</b>	1,84	(1,68;2,02)	8
<b>Mentální poruchy (všechny druhy)</b>	1,72	(1,48;1,99)	33
<b>Demence</b>	1,45	(1,14;1,84)	18
<b>Alkoholismus</b>	2,00	(1,89;2,12)	3
<b>Drogy a léčiva</b>	1,58	(1,45;1,73)	68

\* Relativní riziko 1,09 znamená, že u řidičů s daným omezením je o 9 % vyšší šance, že se stanou účastníky dopravní nehody než u řidičů bez omezení.

### 2.2.2 Sekundární pohledy

Starší řidiči jsou mnohem častěji zastoupeni v nehodách v křižovatce, což je podle posledních výzkumů přičítáno tomu, že starší řidiči se, oproti ostatním řidičům, mnohem méně často po prvotním vizuálním vyhodnocení situace dívají do rizikových míst křižovatky při samotném vjíždění do ní. To může způsobit přehlédnutí latentních hrozeb. Toto platí pro rozhlížení doleva a doprava při přímém projíždění křižovatky i sledování protisměrného proudu vozidel při odbočování doleva. (Samuel a kol., 2016)

Při odbočování doleva tráví řidiči středního věku 30 % času odbočování monitorováním oblastí, ze kterých může vzejít hrozba střetu. Stejnou činností tráví starší řidiči při stejném odbočování jen 18 %. (Schneider, 2015) Romoser a kolektiv na simulátoru zjistili, že řidiči středního věku stráví monitorováním potenciálních hrozeb při odbočování 2,5x více času než starší řidiči. (Romoser, 2013) Yamani a kolektiv doplňují, že při projíždění křižovatky vykonají sekundární pohled řidiči středního věku v 56 % případů, zatímco starší řidiči jen v 39 % případů. (Yamani, 2015)

Úbytek sekundárních pohledů při průjezdu křižovatkou může být způsoben různými faktory nebo jejich kombinacemi. Mnohé z nich byly zmíněny výše v kontextu

celkového snižování kvality řízení motorového vozidla, Samuel, Yamani a Fisher (2016) zmiňují tři hlavní skupiny.

### ***Kognitivní schopnosti***

- Multitasking – souvisí se schopností rozdělení pozornosti,
- Slepota vůči změně – schopnost detekce změny ve vizuálním vjemu,
- Udržení pozornosti,
- Vjemové vizuální pole – velikost vnímané oblasti, ze které je jedinec schopen získávat relevantní informace,
- Rozhodovací schopnosti. (Samuel a kol., 2016)

### ***Vizuální schopnosti***

Ztráta vizuálních schopností starších řidičů je v různé míře běžná. Snižování ostrosti zraku, zúžení zorného pole a kontrastní citlivost ustupují do pozadí na úkor zeleného zákalu, který je jediný faktor zhoršování zraku spojený se stárnutím, který byl úspěšně spojen s vyšším rizikem dopravních nehod. Toto může být spojeno s obvyklým průběhem nemoci, kdy se zhoršuje periferní vidění, ale vizuální ostrost zůstává stabilní. To může starší řidiče mást a mylně je vést k domnění, že je jejich zrak v pořádku. Následkem tohoto může být pokles v sekundárních pohledech a tím přehlížení hrozeb, které nejsou zachyceny ani periferním viděním, ani sekundárním pohledem. (Samuel a kol., 2016)

K podobnému závěru dochází i Vaa (2003), který zhoršování zraku, včetně zužování zorného pole a snižování ostrosti zraku, jako samostatnému faktoru přiřítá nízký vliv na rizikovost řízení. Zelený zákal nebyl předmětem výzkumu, zde tedy není možné potvrdit nebo vyloučit shodu.

### ***Fyzické vlastnosti***

Snižování pohyblivosti kloubů, svalů a šlach spojené se stárnutím může mít vliv na úbytek sekundárních pohledů zvyšováním jejich subjektivní náročnosti. (Samuel a kol., 2016)

### 2.2.3 Reakční čas

„Reakční dobou ze soudně inženýrského hlediska nazýváme čas od vjemu do uvedení (zabezpečovacího) zařízení v činnost naučeným způsobem. V neobvyklých situacích, bez naučeného způsobu, bude potřebná doba individuálně delší.“ (Bradáč, 1999)

Tab. č. 5: Časové úseky reakční doby (Bradáč, 1999)

Časové úseky		Hranice časových úseků
Reakční doba řidiče	Optická reakce	Počátek optického vnímání
		Počátek ostrého optického vnímání
	Psychická reakce	Začátek svalové reakce
		Začátek stisku brzdového pedálu
Svalová reakce		
Odezva vozidla	Prodleva	Začátek styku brzdových třecích ploch
	Náběh brzd	Začátek zanechávání brzdných stop pneumatik

#### **Optická reakce**

Pro řidiče vozidla je nezbytné mít dostatečný výhled vzhledem k rychlosti, a to do takové vzdálenosti, aby s dobou reakce a prodlevou vozidla byl schopen vozidlo bezpečně zastavit. Pozornost řidiče musí být věnována objektům v celém zorném poli a dle jejich

chování musí řidič alespoň částečně umět predikovat, k čemu může dojít. Vyhodnotí-li mozek objekt, jakožto bezpečný, přestane mu řidič věnovat pozornost. Naopak, stane-li se objekt zdrojem nebezpečí svým pohybem, řidič jej zpozoruje a následně ho mozek vyhodnotí. Rozsah ostrého vidění kolem osy oka v daném případě je však cca 1 °. Nachází-li se objekt mimo ostré vidění, je zpozorován viděním periferním, jenž je vnímavější na pohyb a v důsledku toho musí být pro ostré zpozorování oko natočeno. Fixace je ovšem náročnější, vzhledem k pohybu jedoucího vozidla a zároveň vzhledem k pohybu objektu. Je-li objekt sledován řidičem přímo, nepřichází čas optické reakce v úvahu. (Bradáč, 1999)

### ***Psychická reakce***

Danou reakci chápeme, jakožto dobu mezi optickým zafixováním objektu a počátkem svalové reakce. (Bradáč, 1999)

### ***Svalová reakce***

Jedná se o dobu, uběhlou mezi ukončením reakce psychické a dotykem brzdového pedálu. Konec svalové reakce lze změřit za použití kontaktu upevněného na brzdový pedál. Čas svalové reakce může být částečně ovlivněn například i uspořádáním pedálů. (Bradáč, 1999)

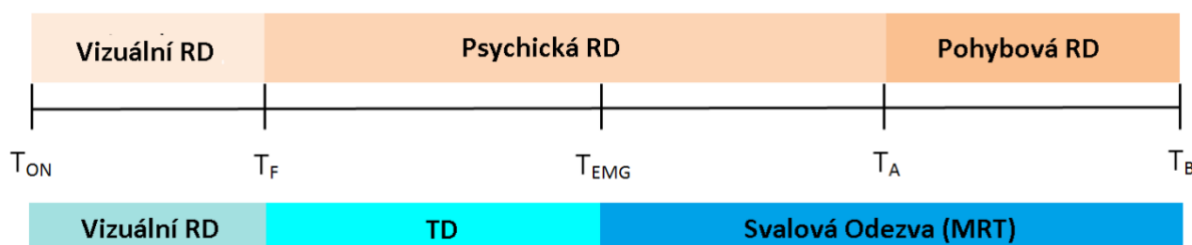
### ***Obvyklé reakční doby jednotlivců***

V případě, že řidič věnuje pozornost řízení, lze podle různých zdrojů u většiny řidičů brát v úvahu reakční čas 0,8 s od spatření nebezpečí do začátku reakce, či 0,5 – 0,7 s ve dne a 1,2 – 1,4 s ve večerních hodinách. (Janco, 2018 a Scháno, 2017)

Hultsch a kolektiv provedli studii zabývající se rozdíly v reakčních časech čtyř věkových skupin – 17-36 let, 54-64 let, 65-74 let a 75-94 let. Účastníci studie prošli čtyřmi různými úkoly – jednoduchý reakční čas, reakční čas s rozhodnutím, lexikální rozhodnutí a sémantické rozhodnutí. Zatímco výkonnost nejmladší měřené skupiny byla v průměru významně lepší než u ostatních skupin, u tří starších skupin se zvyšoval rozdíl mezi jednotlivci dané skupiny i konzistentností výsledků jednotlivce. (Hultsch, 2002)

### Alternativní rozdělení reakční doby

Naproti tradičnímu pojetí reakční doby stojí nový přístup, který vznikl za účelem rozměření reakční doby pomocí biosignálové akvizice. (Obr. č. 4) V alternativním rozdělení, které je postaveno vedle tradičního rozdělení na Obr. č. 4, na vizuální reakční dobu navazuje zkratka TD, za anglického „*time needed for decision*“ korespondující s časem potřebným pro přenos informace o brzdění centrální nervovou soustavou a končí v okamžiku aktivace svalových skupin dolní končetiny. Poslední komponentou alternativního rozdělení je svalová reakce (MRT – *muscle response time*), začínající v okamžiku svalové reakce a končící přesunem pravé končetiny na brzdový pedál. (Bucsuházy, 2018)



Obr. č. 4: Tradiční a alternativní rozdělení reakční doby,  $T_{ON}$  (okamžik objevení se podnětu v zorném poli řidiče),  $T_F$  (okamžik fixace objektu okem),  $T_{EMG}$  (okamžik aktivace svalů),  $T_A$  (moment opuštění plynového pedálu),  $T_B$  (moment sešlápnutí brzdového pedálu). (Bucsuházy, 2018)

## 2.3 BEHAVIORÁLNÍ ADAPTACE STARŠÍCH ŘIDIČŮ

Omezení související s věkem a funkčními limitacemi, které mohou být kompenzovány jinými charakteristikami starších řidičů, nemusí vést k nebezpečnému chování na silnici. Z provedených výzkumů vyplývá, že starší řidiči mají větší možnost volby a častěji si plánují cesty tak, aby řídili ve dne a v příznivém počasí. Dalšími faktory jsou množství nabytých zkušeností a snižování touhy po vzrušení. Starší řidiči mají také obecně přesnější představu o svých řidičských schopnostech než jejich mladší protějšci. (European Commission, 2015)

Z hlediska dovednosti a kontroly lze řízení rozdělit do tří úrovní: strategickou, taktickou a operativní. Kompenzace může efektivně probíhat zejména na úrovni strategické a taktické, které dávají řidiči dostatek času učinit rozhodnutí. Příkladem

strategické úrovni je výše zmíněné rozhodování, v jakých podmínkách chce řidič podniknout cestu. Taktická úroveň zahrnuje rozhodnutí jako styl jízdy, udržování bezpečné vzdálenosti od vepředu jedoucího vozidla a rozhodování o předjíždění. Na operativní úrovni zbývají na reakci na nebezpečnou situaci často pouze milisekundy, ale volbou chování ve strategické a taktické části lze eliminovat četnost krizových situací na operativní úrovni. (Michon, 1985)

Výzkum ukazuje, že alespoň někteří starší řidiči se vyhýbají řízení v některých kontextech a okolnostech. Například starší řidiči tíhnou k vyhýbání se řízení bez spolujezdce, v mlze, v dešti, ve zvýšené dopravě nebo v noci a mají tendenci řídit pouze v podmínkách a místech, kde se cítí bezpečně. Tento jev sebe-limitace je zřetelnější u jedinců, kteří mají tendenci při řízení chybovat z důvodu nezkušenosti, nepozornosti nebo zdravotních problémů. (Vance, 2006)

Podle Langforda je možné kompenzovat zhoršení schopností zkušenostmi jen do určité míry, a to v situacích, které jsou pro daného řidiče známé, a může proto identifikovat relevantní vjemy od šumu a snáz porozumět relevantním aspektům pro danou situaci, popřípadě nahradit vnímané informace zkušenostmi a zvýšit tak schopnost v dané situaci předvídat. (Langford, 2011)

Podle Jansena existují 4 různé způsoby kompenzace u starších řidičů:

1. Funkční kompenzace – zahrnuje 23,4 % populace starších řidičů, kteří si jsou vědomi svých omezení a přizpůsobují jim své chování za volantem,
2. Dysfunkční kompenzace – 5,5 % populace starších řidičů si uvědomuje svoje omezení, ale své chování za volantem podle nich nepřizpůsobuje,
3. Preventivní chování – 24,9 % populace starších řidičů, kteří si nejsou vědomi svých deficitních schopností, ale chování za volantem jim přizpůsobují preventivně,
4. Bez kompenzace – 30 % populace, jež si neuvědomuje svoje deficitní schopnosti a nijak je nekompenzují. (European Commission, 2015)

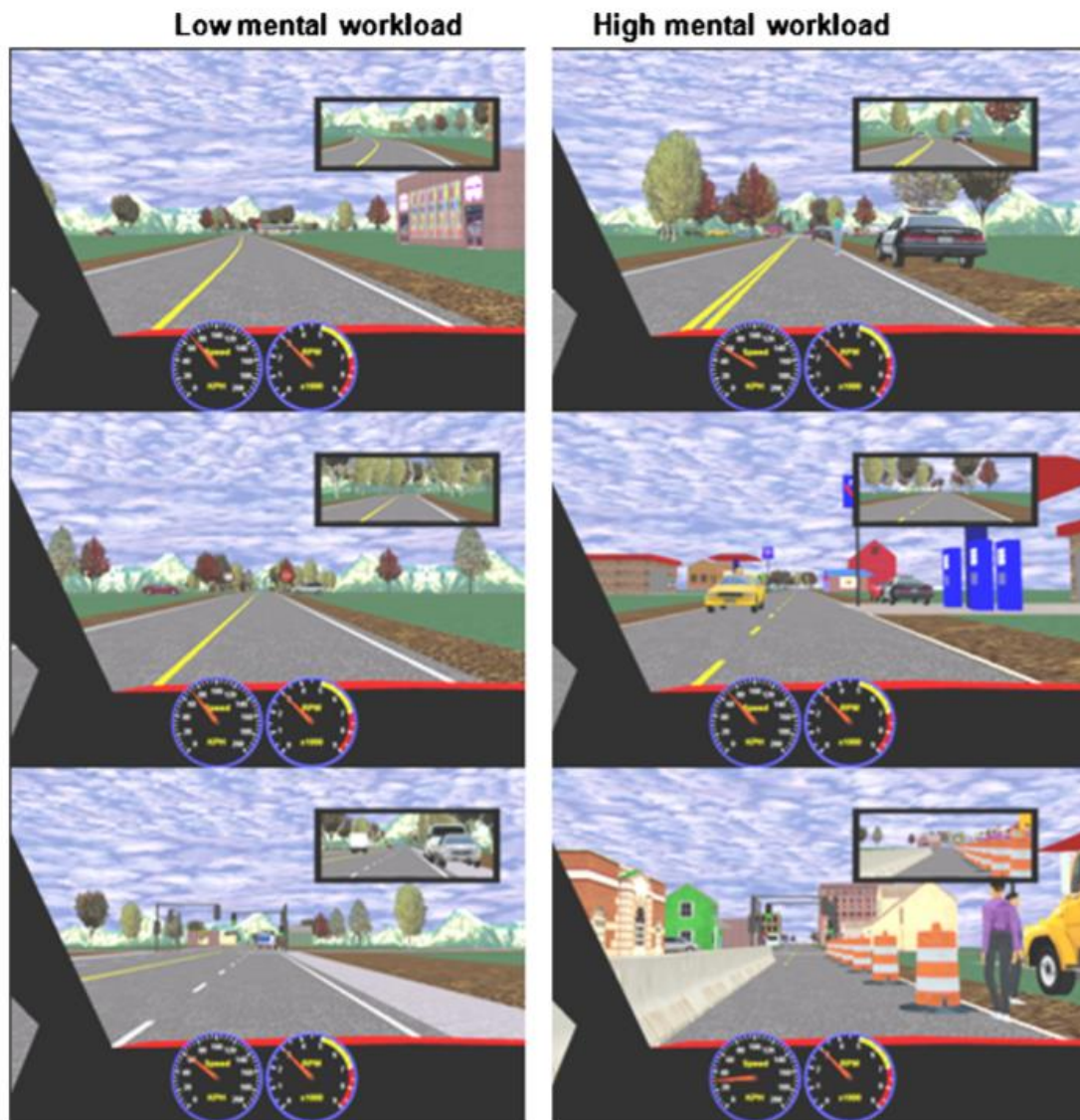
## 2.4 MENTÁLNÍ ZÁTĚŽ A JEJÍ VLIV PŘI ŘÍZENÍ VOZIDLA

Řízení je percepčně-motorická dovednost. Tyto se dělí na uzavřené nebo otevřené podle prostředí, ve kterém jsou činnosti vykonávány. Uzavřená percepčně-motorická dovednost je prováděna v prostředí, které je předvídatelné a relativně stálé. Naproti tomu otevřená percepčně-motorická dovednost je vykonávána v dynamickém prostředí. (Cantin, 2009)

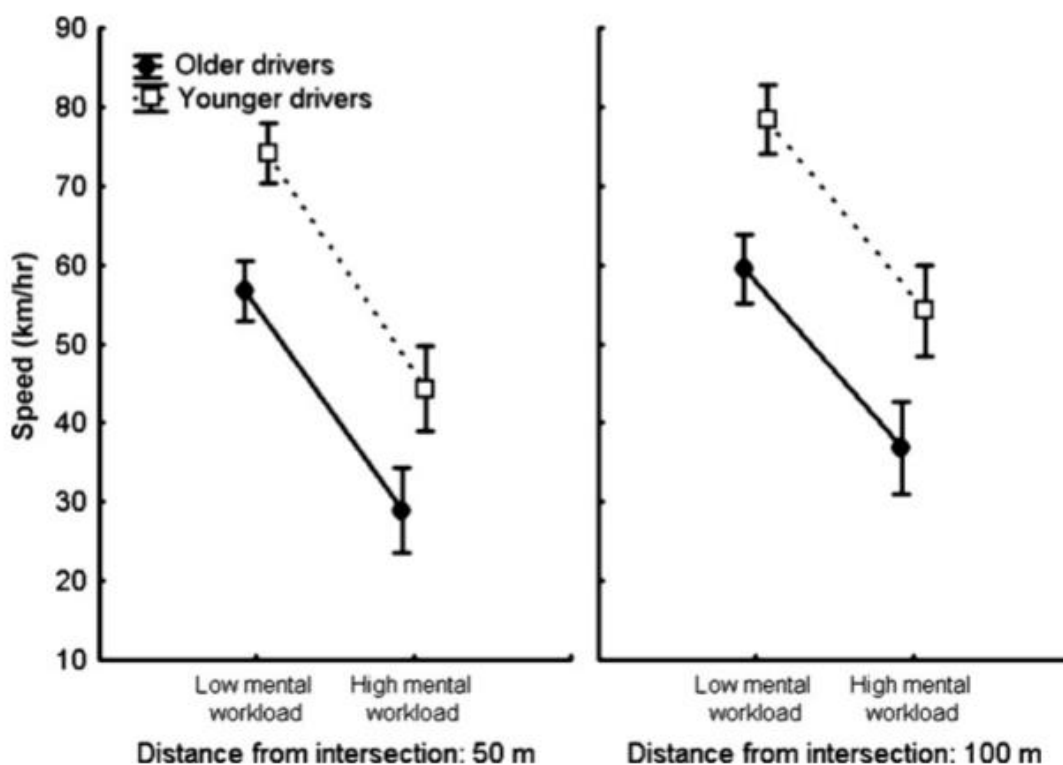
Úspěšnost jedince při vykonávání činnosti v dynamickém prostředí závisí na jeho schopnosti adaptace na změnu prostředí a komplexitě korespondující s daným kontextem. Starší řidiči se výrazně častěji stávají účastníky nehod týkajících se předjíždění a připojování do pruhu, nehod v úhlu a nehod v křižovatkách. Analýzy dopravních nehod naznačují, že starší řidiči častěji nereagují na dopravní značení, častěji nedávají přednost. Braitman provedl studii, ve které po telefonních rozhovorech s 227 staršími řidiči, kteří byli účastníky nehod v křižovatkách bez smrtelného zranění zmiňuje, že řidiči ve věku 70-79 let měli problémy s rozhodnutím, zda mají dostatek času pokračovat v jízdě a řidiči starší 80 let častěji hlásili situace týkající se přehlédnutí ostatních vozidel jako možnou příčinu nehod. (Cantin, 2009)

Chyby jsou často následkem zvýšeného mentálního zatížení. To může být měřeno subjektivním pocitem, fyziologickým měřením a prováděním úkolu. Cantin používá pro měření sekundární úkol: primárním úkolem je řízení vozidla na simulátoru a sekundárním je odpověď na zvukový stimul. Pro určení mentální vyčerpání je porovnávána výkonnost subjektu při vykonávání sekundárního úkolu odděleně a společně s primárním úkolem. (Cantin, 2009)

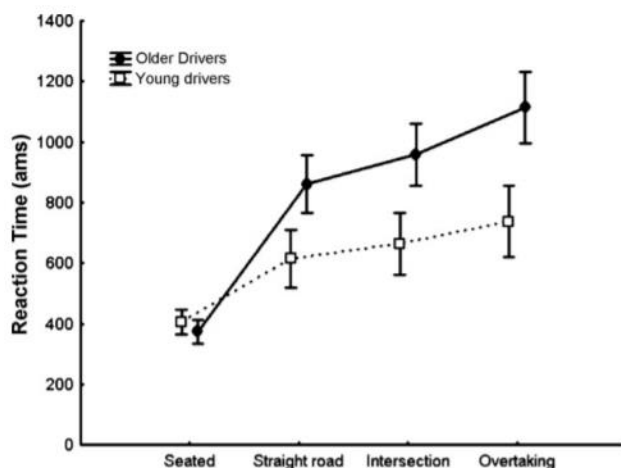
Starším řidičům trvalo dokončení Cantinova experimentu delší dobu než mladším a měli menší tendenci k překročení povolené rychlosti. Ve vzorku 10 mladých řidičů ve věku 20-31 let a 10 starších řidičů ve věku 65-75 let došlo při simulaci k jediné nehodě. Ta byla způsobena jízdou na červenou jednoho z řidičů skupiny starších řidičů. Mladší řidiči byli rychlejší při jízdě na rovině, v křižovatce i při předjíždění při nízké i vysoké mentální zátěži, jak znázorněno v obrázku číslo 5, 6 a 7. Mentální zátěž měla ve studii větší vliv na výkonnost starších řidičů než u jejich mladších protějšků. (Cantin, 2009)



Obr. č. 5: Ukázky nízké (vlevo) a vysoké (vpravo) mentální zátěže (Cantin, 2009)



Obr. č. 6: Střední rychlosti starších a mladších řidičů ve vzdálenosti 50 m a 100 m od křižovatek s nízkou a vysokou mentální zátěží. (Cantin, 2009)



Obr. č. 7: Střední hodnoty reakčního času starších a mladších řidičů na sekundární podnět při sezení v simulátoru. Polohy zleva: sed, jízda po rovině, křižovatka, předjíždění. (Cantin, 2009)

Pro bezpečné řízení je zásadní rychlost rozhodování, která se odvíjí od složitosti dopravního prostředí. To ovlivňuje reakční čas, který se podle Olsona (1986) s postupujícím stářím u jednoduchých stimulů dramaticky nemění. Avšak v komplexních situacích je vliv stáří patrný výrazněji (Quimby & Watts, 1981)

## 2.5 VLIV ROČNÍHO NÁJEZDU KILOMETRŮ NA NEHODOVOST STARŠÍCH ŘIDIČŮ

Řidiči, jejichž roční fond najetých kilometrů je nižší, mají vyšší poměr nehod na ujetý kilometr. Nízký roční nájezd kilometrů je u starších řidičů typický a mohl by mít silný vliv na zkeslení vnímané řidičské výkonnosti u starších řidičů, respektive řidičů s typicky nižším ročním nájezdem kilometrů. (European Commission, 2015)

Tato hypotéza byla ověřena několika studii, které poukazují na to, že při sdružení skupin řidičů podle ročního nájezdu kilometrů rozdíly v poměru nehod na ujetý kilometr mezi staršími řidiči a těmi v produktivním věku mizí. (Hakamies-Blomqvist, Raitanen, O'Neill 2002; European Commission, 2015)

V kombinaci s výše zmíněnými studii stojí za zmínku trend ročního nájezdu kilometrů, který je u starších řidičů v porovnání s minulostí rostoucí z pohledu podniknutých cest i ujetých kilometrů. Průzkum srovnávající data z USA mezi lety 1983 a 1995 vykazuje 77% nárůst cest denně podniknutých řidiči starších 65 let a a 98% nárůst denně odřízené vzdálenosti u stejné skupiny řidičů. (Tab. č. 6) Tomuto vývoji napovídá i zvyšování využívání osobního automobilu jako dopravního prostředku napříč Severní Amerikou a Evropou z důvodu lepší dostupnosti automobilů, zvyšování zastoupení žen v pracovní síle, zvyšování počtu držitelek řidičského oprávnění a snižování velikosti rodin. (ECMT, 1998)

Tab. č. 6: Denní statistiky cestování starších Američanů (ECMT, 1998)

	1983	1995	% změna
<b>Cesty řidiče/den</b>	1,66	2,94	77,1
<b>Ujetá vzdálenost řidičem/den [míle]</b>	9,80	19,56	98,0

Starší řidiči se také obvykle vyhýbají dálnicím a pohybují se na členitějších komunikacích s křižovatkami, na kterých dochází k většímu množství nehod a tento faktor může také zkreslovat data nehodovosti starších řidičů. (European Commission, 2015)

Kalyoncuoglu a Tigdemir (2014) shrnují situaci, kdy Evropské vlády všeobecně považují starší řidiče za rizikové a zavádí pro ně různé povinné lékařské prohlídky a omezení. Na druhou stranu argumentují tím, že starší řidiči jsou jedna z nejbezpečnějších skupin řidičů. Rozpor podle nich vzniká ve skutečnosti, že starší řidiči obvykle omezují svůj denní i roční nájezd a výzkumy, které naznačují, že starší řidiči jsou nebezpečnější, jsou zasaženy zkreslením způsobeným nízkým nájezdem kilometrů. Jejich studie v Turecku byla provedena na 5250 řidičích různého věku a denního i ročního nájezdu kilometrů a porovnáním několika různých metod uzavírají, že rozhodujícím faktorem ve všech věkových skupinách je roční nájezd kilometrů a ve stejných kategoriích ročního nájezdu se s věkem riziko dopravních nehod nezvyšuje.

## **2.6 VLIV INFRASTRUKTURY NA BEZPEČNOST ŘÍZENÍ U STARŠÍCH ŘIDIČŮ**

Složitost infrastruktury a její konkrétní prvky mají vliv na obtížnost řízení. Benekohal (1992) zjistil ve svém průzkumu od starších řidičů v Illinois, USA, že pro sebe považují za nejvíce problematické následující:

- Čtení označení ulic ve městech,
- řízení skrz křižovátku,
- hledání začátku odbočovacího pruhu před křižovátkou,
- odbočování vlevo,
- reakce na dopravní signály.

V podobném průzkumu zjistil Mesken (2002) u Nizozemských řidičů, že situace v blízkosti křižovatek, které činí starším řidičům problémy, jsou následující:

- odbočování vlevo na křižovatce bez světelného řízení,
- projíždění křižovátkou bez světelného řízení rovně a
- projíždění kruhového objezdu, který má více než jeden pruh.

Hakamies-Blomqvist (1993), McGwin a Brown (1999) a Davidse (2007) se shodují v tom, že řidiči starší 75 let jsou častěji účastníky nehod v křižovatkách.

Průjezd křižovatkou vyžaduje komplexní posouzení rychlosti a vzdálenosti pod časovým tlakem. Zvyšováním reakčního času, snižováním schopnosti tříditi relevantní a irelevantní informace a zhoršováním ostrosti zrakového vjemu a periferního vidění se pro starší řidiče zvyšuje obtížnost daných situací. Infrastrukturní prvky, které v tomto aspektu hrají roli jsou:

- dobrý a včasný výhled do křižovatky,
- navržení křižovatky pro odbočování vlevo,
- navržení kruhových objezdů. (European Commission, 2015)

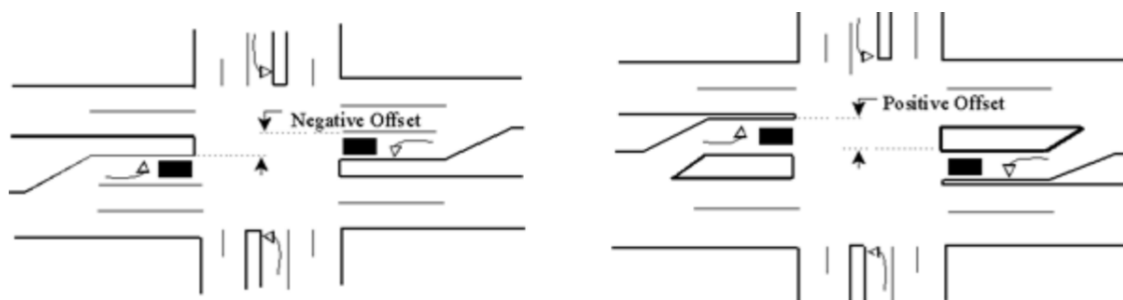
### **2.6.1 Výhled do křižovatky**

Výhled do křižovatky je z velké části ovlivněn úhlem křížení komunikací. Optimální je 90°, který nabízí největší přehled o křižovatce. Ostatní úhly také vyžadují výraznější pohyby hlavou a krkem, které mohou být pro starší řidiče obtížné. Blokování výhledu do křižovatky mohou způsobovat také stromy, budovy nebo ostatní překážky. Zhoršení výhledu jakýmkoliv způsobem má větší negativní vliv na starší řidiče z důvodu prodlouženého reakčního času. (European Commission, 2015)

### **2.6.2 Navržení křižovatky pro odbočování vlevo**

Ideálním navržením křižovatek pro zabránění střetům při odbočování vlevo jsou světelné křižovatky, u kterých proudy dopravy, které by se mohly střetnout nikdy nemají zelenou ve stejný čas. U ostatních křížení komunikací musí řidič odhadovat rychlost a vzdálenost protijedoucích vozidel, což obecně představuje pro starší řidiče složitější úlohu z důvodu zhoršeného vnímání hloubky a pohybu a zhoršení ve schopnosti rozdělování pozornosti. Vliv na výhled a správné vyhodnocení situace může mít také odsazení odbočovacího pruhu tak, aby nebyly ve výhledu z odbočujícího vozidla

žádné překážky mezi protisměrnými proudy, ani protijedoucí vozidla odbočující vlevo (Obr. č. 8). (European Commission, 2015)



Obr. č. 8: Navržení křižovatky pro odbočování vlevo (European Commission, 2015)

### 3 CÍLE PRÁCE

V minulosti byly prováděny různé studie popisující vliv stárnutí a dalších faktorů na řídičskou výkonnost. V této práci se budu zabývat porovnáváním řešení konkrétních dopravních situací, jako je odbočování vlevo přes tramvajový pás rovnoběžně i kolmo na křižovatkách s i bez světelných signálů, projíždění křižovatky s vyhodnocením přednosti tramvaji, motorovým vozidlům a chodcům v bezprostřední blízkosti. Všechna měření budou probíhat v reálném provozu.

Dílčí cíle:

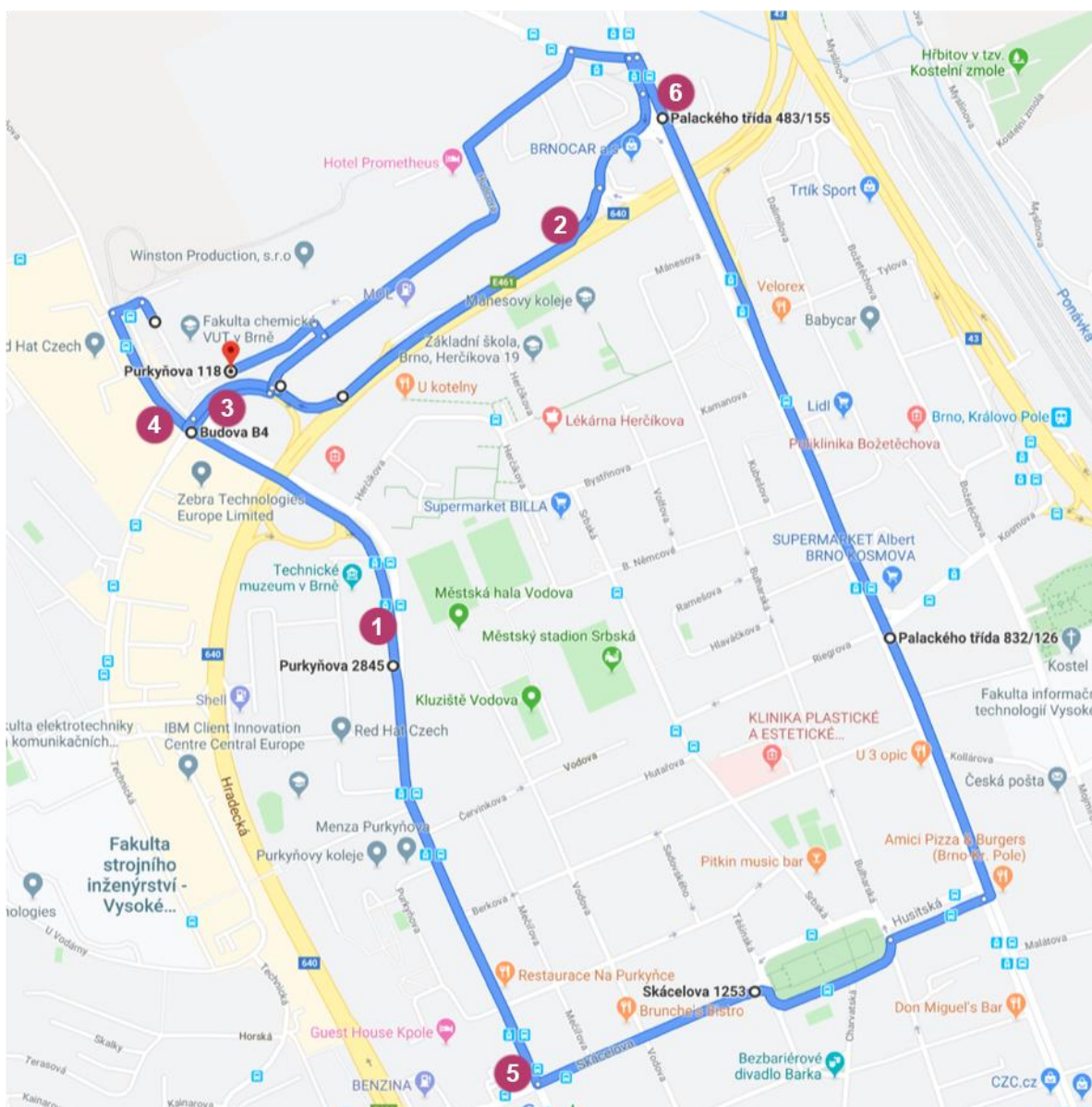
1. Provedení měření s probandy v produktivním věku i staršími 65 let za běžného městského denního provozu.
2. Vyhodnocení chování za volantem a řídičských návyků v průběhu zkušební jízdy.
3. Porovnání doby potřebné ke kontrole vybraných situací reálného provozu z hlediska celkové doby, fixace jednotlivých pohledů a rozdělení na primární a sekundární pohledy.

## 4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ

V rámci této kapitoly uvedu použité metody měření a zdůvodnění jejich použití.

### 4.1 TRASA

K měření byla zvolena trasa dlouhá 7 km (Obr. č. 9, situace jsou očíslovány podle pořadí jejich vyhodnocování), kterou probandi projeli dvakrát, přičemž vlastní měření a analýza probíhala až ve druhém kole. Tento postup byl zvolen pro seznámení se s vozem a trasou, což vedlo ke snížení pravděpodobnosti nepřirozeného chování a snížení rozdílů mezi jednotlivci, kteří úseky na trase znají a těmi, kteří úseky neznají.



Obr. č. 9: Trasa měření s očíslovanými měřnými situacemi (Google Maps)

Měřené situace se týkaly kontroly situace za vozidlem při objíždění překážky, kontroly situace za vozidlem při připojování se do průběžného jízdního pruhu na rychlostní komunikaci a odbočování vlevo přes tramvajový pás z hlavní i z vedlejší komunikace.

Na Obr. č. 10 můžeme vidět překážku vzniklou na komunikaci, pro jejíž objetí bylo nutné vjet do tramvajového pásu. V této situaci byla provedena analýza kontroly situace za vozidlem z hlediska počtu kontrolních pohledů a doby fixace situace za vozidlem ve zpětném zrcátku.



*Obr. č. 10: Měřená situace 1 (vlastní)*

Na Obr. č. 11 můžeme vidět situaci připojování se do průběžného pruhu na rychlostní komunikaci z připojovacího pruhu. V této situaci byla provedena analýza kontroly situace za vozidlem z hlediska počtu pohledů a doby fixace pohledu potřebné pro správné vyhodnocení situace.



*Obr. č. 11: Měřená situace 2 (vlastní)*

Třetí měřenou situací byla složitá křižovatka s tramvajovým pásem (Obr. č. 12), do které řidič přijížděl z vedlejší komunikace a odbočoval doleva. Analýza byla orientována na celkový počet pohledů do rizikových oblastí křižovatky, dobu fixace daných oblastí nutných pro vyhodnocení situace v daných oblastech. Tato analýza proběhla se zaměřením na primární a sekundární pohledy, i na komplexní vyhodnocení.



*Obr. č. 12: Měřená situace 3 (vlastní)*

Posledním typem měřené situace bylo odbočování doleva z hlavní komunikace přes rovnoběžný tramvajový pás. Analýza situace byla provedena z hlediska celkového počtu pohledů, doby fixace i z hlediska primárních a sekundárních pohledů. Tento typ situace byl zastoupen na měřené trase třikrát (Obr. č. 13, Obr. č. 14 a Obr. č. 15).



*Obr. č. 13: Měřená situace 4 (vlastní)*



*Obr. č. 14: Měřená situace 5 (vlastní)*



*Obr. č. 15: Měřená situace 6 (vlastní)*

Trasa měření byla zvolena tak, aby měření mohlo být orientováno převážně na odbočování doleva za přítomnosti tramvajového pásu pro zvýšení mentální zátěže a prohloubení případných rozdílů v řešení dopravních situací mezi jednotlivými probandy.

Situace byly při vyhodnocování rozděleny na 4 různé typy, ve kterých byly sledovány různé pohledy a parametry. Typy situací byly následující:

- a) Objíždění překážky s nutností vybočení do tramvajového pásu,
- b) připojování se do průběžného pruhu na rychlostní komunikaci,
- c) průjezd křižovatkou tvaru kříže z vedlejší komunikace přes příčně orientovanou tramvajovou trať,
- d) průjezd křižovatkou tvaru kříže z hlavní komunikace nebo se světelnou signalizací, při průjezdu je nutné přejet tramvajovou trať orientovanou rovnoběžně s výchozím směrem jízdy.

Měřené situace 4, 5 a 6 vykazují stejné znaky, vyžadují kontrolu protisměrného pruhu a rovnoběžného tramvajového pásu s absencí přednosti vozidlům přijíždějícím ze stran. Z důvodu těchto podobností byly tyto křižovatky vyhodnocovány jako stejný typ situace (podle klasifikace v předchozím odstavci se jedná o typ d), čímž bylo dosaženo agregace výsledků a tím zvýšení jejich spolehlivosti.

## 4.2 ZKUŠEBNÍ VOZIDLO A MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

K měření bylo použito vozidlo Suzuki S-Cross All Grip (Obr. č. 16) s manuální převodovkou. Vozidlo disponovalo pohonem všech čtyř kol, se zážehovým motorem o objemu 1373 cm<sup>3</sup> a výkonem 103 kW při 5500 ot./min. Při konstrukci kompaktního SUV rozměry vozidla činily 4300 mm na délku, šířka 1785 mm a výška 1580 mm.



*Obr. č. 16: Měřicí vozidlo Suzuki S-Cross (vlastní)*

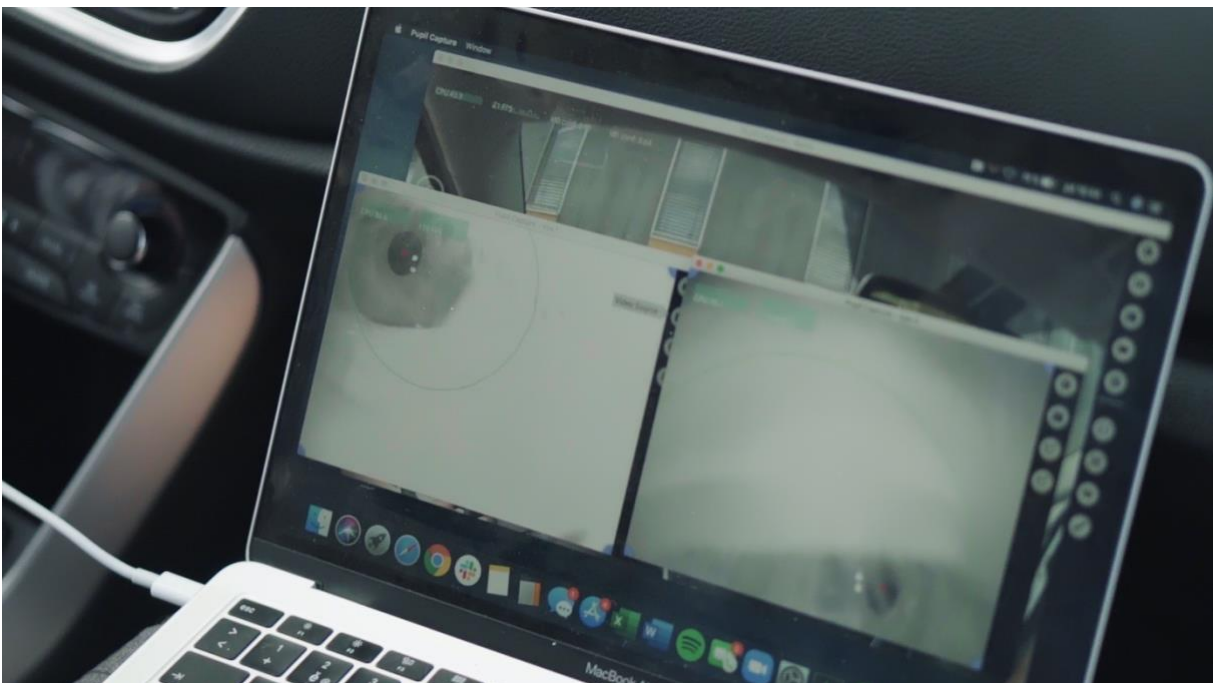
Za účelem získání videozáznamu řidičových pohledů bylo využito zařízení společnosti Ergoneers. Konkrétní použité zařízení se skládá z plastového brýlového rámu, kamery sledující prostor před nositelem a dvěma kamerami sledujícími obě oči probanda. Obchodní název přístroje je Dikablis glasses 3. řady.

Na obrázku níže (Obr. č. 17) můžeme vidět probíhající kalibraci zařízení. Přední kamera umožňuje pořizovat záznam v rozlišení 1920 x 1080 pixelů a kamery mířící na oči nositele natáčí v rozlišení 648 x 488 pixelů. Celková hmotnost zařízení je 52 gramů. (Ergoneers)



*Obr. č. 17: Proband s nasazeným měřícím zařízením při jeho kalibraci (vlastní)*

Brýle byly po dobu jízdy připojeny k notebooku a za použití software řešení Pupil Labs byl pořízen videozáznam (Obr. č. 18). Každý z videozáznamů byl analyzován po jednotlivých rámečcích a data zapisována do programu Microsoft Excel, kde byla poté i vyhodnocována.



*Obr. č. 18: Kombinace snímání prostředí před probandem a očí před nastavením kamer a kalibrací (vlastní)*

### **4.3 PROBANDI**

Probandi jsou rozděleni do dvou skupin. První skupina sestává z řidičů různého věku, ale mladších 65 let a druhá skupina zahrnuje pouze osoby starší a ve věku 65 let. V dalším textu práce budou tyto skupiny označovány jako mladší a starší 65 let nebo pod a nad 65 let. To je z důvodu zjednodušení terminologie a označení probandů. Všichni zúčastnění probandi, kteří dosáhli věku 65 let jsou zařazeni do skupiny nad 65. Profily jednotlivých probandů jsou upřesněny na základě dotazníku vyplněného každým jednotlivcem před jízdou. Tento dotazník je k dispozici v příloze.

### 4.3.1 Profily probandů

Měření se zúčastnilo celkem 22 probandů různých věkových kategorií, jejichž obecný profil byl vyhodnocen na základě dotazníku vyplňovaného před testovací jízdou. Profily jednotlivých probandů jsou zachyceny v tabulkách níže (Tab. č. 7 a Tab. č. 8).

*Tab. č. 7: Profily probandů mladších 65 let (vlastní)*

Proband	Věk	Pohlaví	Rok získání ŘO B	Celkově odřízeno [km]	Ročně odřízeno [km]	Frekvence řízení	Řidič z povolání	Profese	Zdravotní omezení
<b>P1</b>	25	muž	2012	50-100 tis.	10-20 tis.	denně	nikdy	střední management	brýle na dálku
<b>P2</b>	27	žena	2010	10-50 tis.	<5 tis.	několikrát do měsíce	nikdy	marketing	brýle na dálku
<b>P3</b>	57	muž	1981	>500 tis.	>20 tis.	denně	nikdy	obch. zástupce	ne
<b>P4</b>	28	muž	2010	100-500 tis.	10-20 tis.	denně	1 rok	kontrolor kvality	ne
<b>P5</b>	27	muž	2011	>500 tis.	>20 tis.	denně	nikdy	obch. zástupce	ne
<b>P6</b>	55	žena	1983	>500 tis.	>20 tis.	denně	nikdy	obch. zástupce	ne
<b>P7</b>	27	muž	2011	50-100 tis.	5-10 tis.	denně	nikdy	student	brýle na dálku
<b>P8</b>	38	žena	1999	100-500 tis.	10-20 tis.	denně	nikdy	holič	ne
<b>P9</b>	26	žena	2012	50-100 tis.	5-10 tis.	několikrát do týdne	nikdy	asistent obchodu	brýle na dálku
<b>P10</b>	30	muž	2008	100-500 tis.	>20 tis.	denně	nikdy	konstruktér	ne

Tab. č. 8: Profily probandů starších 65 let (vlastní)

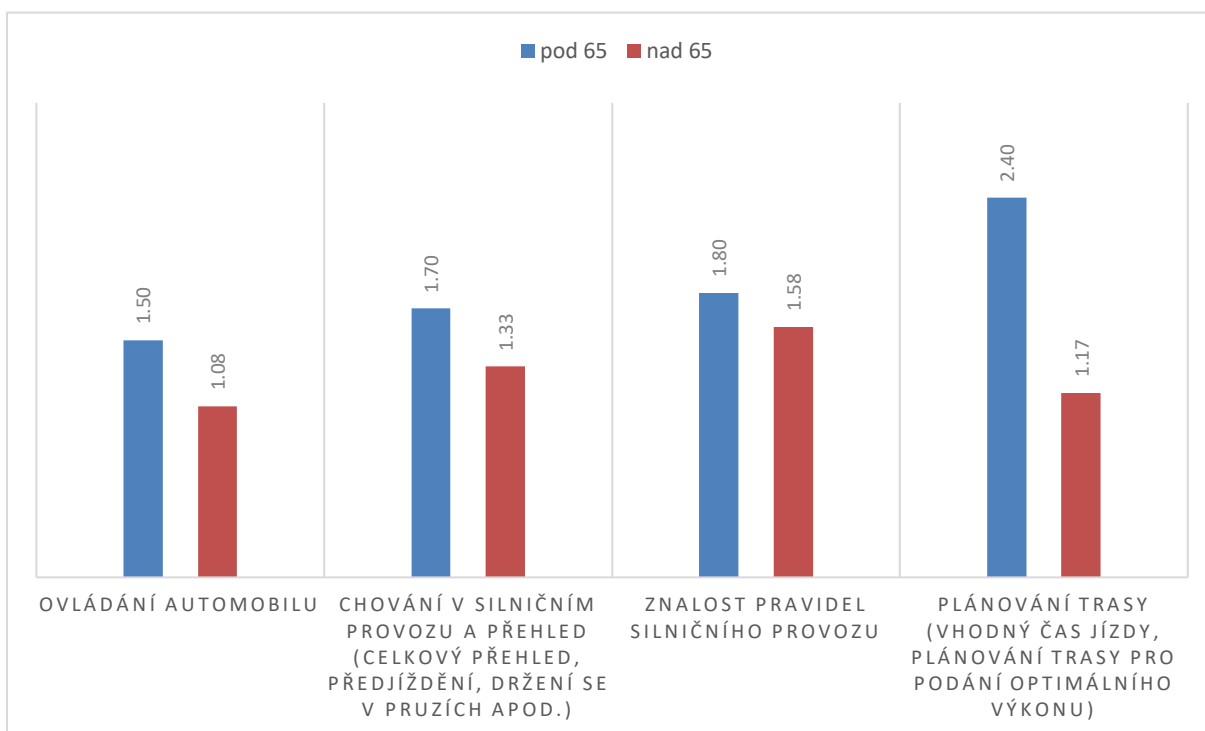
Proband	Věk	Pohlaví	Rok získání ŘO	Celkově odřízeno [km]	Ročně odřízeno [km]	Frekvence řízení	Řidič z povolání	Profese	Zdravotní omezení
P11	65	žena	1974	100-500 tis.	<5 tis.	několikrát do měsíce	nikdy	kadeřnice	ne
P12	65	muž	1976	>500 tis.	10-20 tis.	denně	nikdy	technik	ne
P13	73	muž	1964	>500 tis.	>20 tis.	denně	nikdy	technik	brýle na dálku
P14	69	muž	1969	100-500 tis.	>20 tis.	denně	nikdy	vedoucí servisu	ne
P15	68	muž	1970	>500 tis.	10-20 tis.	denně	nikdy	učitel	ne
P16	66	muž	1973	>500 tis.	5-10 tis.	denně	nikdy	IT obchod	ne
P17	73	žena	1973	>500 tis.	10-20 tis.	denně	nikdy	švadlena	ne
P18	70	muž	1968	>500 tis.	5-10 tis.	denně	nikdy	obchodník	ne
P19	65	muž	1973	>500 tis.	>20 tis.	denně	nikdy	technik	ne
P20	65	žena	1973	>500 tis.	10-20 tis.	denně	nikdy	programátor	ne
P21	82	muž	1957	>500 tis.	>20 tis.	denně	nikdy	technik	ne
P22	73	žena	1967	100-500 tis.	5-10 tis.	denně	nikdy	chemik	brýle na dálku

Vzorek probandů obou věkových skupin se skládal z osob s kladným vztahem k řízení motorového vozidla, kteří vnímají řízení jako běžnou součást života, relax nebo hobby. Drtivá většina probandů řídí denně, v obou skupinách byl jeden řidič s ročním nájezdem menším než 5 tisíc kilometrů. Tito probandi v dotazníku oba uvedli, že řídí několikrát do měsíce. Ostatní probandi řídili v době, kdy bylo měření prováděno, denně, jeden proband z kategorie mladších řidičů několikrát do týdne. Z hlediska celkového nájezdu byl u starších řidičů patrný vyšší celkový nájezd daný delší dobou držení řidičského oprávnění, průměrným ročním nájezdem byly ale skupiny vyrovnané a obě bez zdravotních omezení, kromě brýlí na dálku. Většina probandů v obou skupinách vychází z technicky zaměřených profesí.

### 4.3.2 Subjektivní hodnocení řidičských schopností a obtížnosti situací

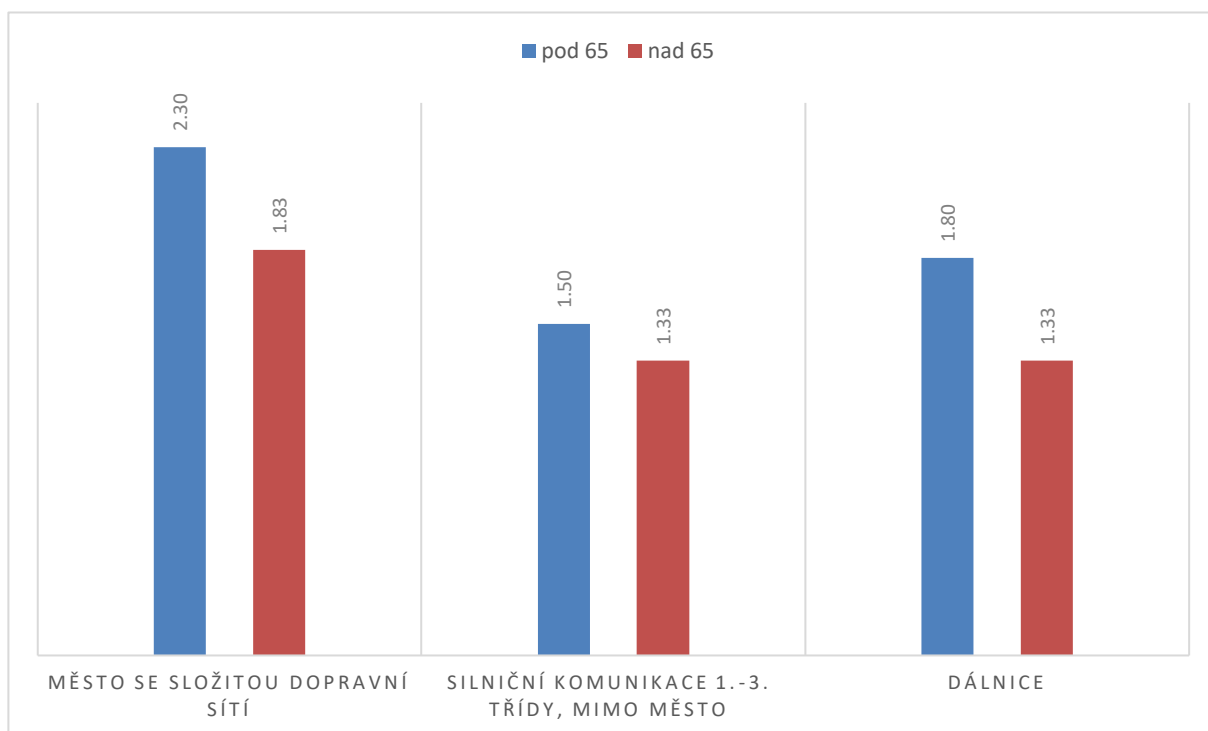
Součástí dotazníku, který probandi před jízdou vyplňovali, bylo subjektivní hodnocení vybraných vlastních řidičských schopností a návyků na stupnici 1-5 (1 = nejlepší, 5 = nejhorší). Probandi starší 65 let se v tomto dotazníku v průměru ohodnotili ve všech parametrech lépe, než probandi mladší 65 let, kteří si dali průměrnou známku 1,85 oproti průměrným 1,29 u probandů starších.

Nejvíce patrný je rozdíl mezi věkovými skupinami v oblasti plánování trasy, kde starší probandi vykazují výraznější známky behaviorální adaptace. Zatímco řidiči mladší věkové skupiny podle svých odpovědí neplánují trasu a čas jízdy pro podání optimálního výkonu, starší řidiči tak podle uvedených odpovědí činí (Obr. č. 19).



Obr. č. 19: Subjektivní hodnocení vlastních schopností a návyků; 1 = nejlepší, 5 = nejhorší (vlastní)

Probandi také na stupnici 1-5 (1 = nejsnazší, 5 = nejobtížnější) hodnotili subjektivní obtížnost řízení v různých dopravních prostředích (Obr. č. 20). Probandi starší 65 let v průměru ohodnotili obtížnost všech vybraných prostředí jako nižší. Nejdůležitější pro účely práce je městské prostředí se složitou dopravní sítí, které mladší probandi přidělili průměrnou obtížnost 2,30, zatímco starší probandi v průměru obtížnost ohodnotili na 1,83.



Obr. č. 20: Subjektivní hodnocení obtížnosti vybraných dopravních prostředí; 1 = nejsnazší, 5 = nejobtížnější (vlastní)

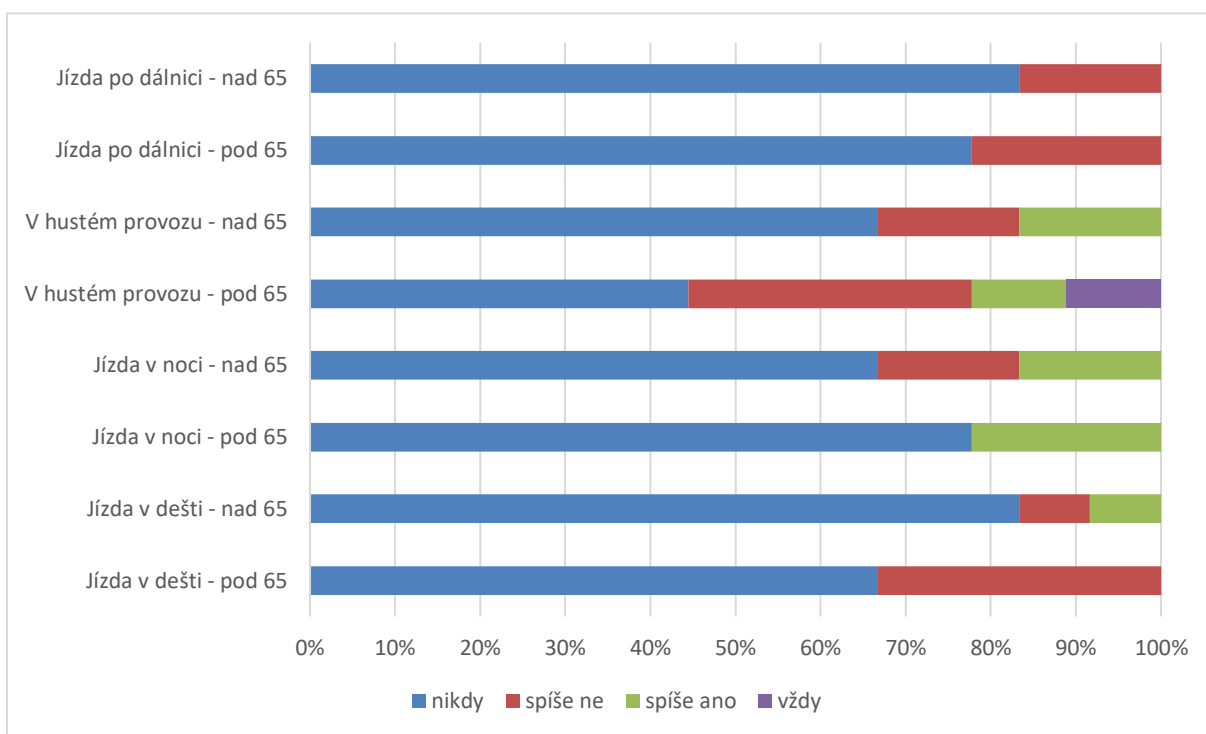
#### 4.3.3 Hodnocení vlastní behaviorální adaptace

Z teoretické rešerše vyplývá, že starší řidiči se častěji vyhýbají některým dopravním situacím v souladu s jejich řidičským sebevědomím a uvědoměním vlastních omezení. V rámci dotazníku odpovídali všichni probandi na otázku vyhýbání se následujícím čtyřem vybraným dopravním situacím:

- jízda po dálnici,
- v hustém provozu,
- v noci,
- v dešti.

Probandi měli také příležitost přidat vlastní situace, které v dotazníku nebyly uvedeny. To žádný proband neučinil.

Z obrázku níže (Obr. č. 21) nevyplývá, že by u měřené skupiny měla starší skupina probandů větší tendenci vyhýbat se zmíněným situacím. Odpovědi se u jednotlivých skupin probandů a dopravních situací významně neliší.



Obr. č. 21: Výsledky dotazníku o vyhýbání se vybraným dopravním situacím (vlastní)

## 5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ / DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

V kapitole vlastního řešení a dosažených výsledků budou shrnuty výstupy měření probandů jednotlivých věkových kategorií ve vybraných situacích.

Pohledy do rizikových oblastí byly pro účely složitějších situací rozděleny na pohledy primární a sekundární:

- **Primární pohledy** jsou takové pohledy, které řidič vykonává při prvotní analýze situace v křižovatce a jejím okolí, než se rozhodne začít samotný manévr a vjet do rizikové oblasti křižovatky. Primární pohledy může řidič vykonávat opakovaně. Není pravidlem, že druhý pohled do rizikové oblasti v křižovatce je sekundární.
- **Sekundární pohledy** jsou takové pohledy, které řidič vykonává poté, co se rozhodl do křižovatky vjet a provést manévr, a provádí je za účelem kontroly potenciálních změn v rizikových oblastech pro případnou včasnou reakci na změnu situace. Sekundární pohledy může řidič provádět i v případě absence primárního pohledu. Neplatí, že první pohled do rizikové oblasti křižovatky je pohledem primárním.

Důvodem pro toto rozdělení byl výstup z teoretické rešerše, ze které vyplývá, že starší řidiči vykonávají sekundární pohledy méně často než jejich mladší protějšci. Při porovnání průměrných dob fixace jednotlivých pohledů nebo celkové průměrné doby fixace byly také z výpočtu vždy vyňaty nulové hodnoty, které by v případě ponechání snižovaly výsledné hodnoty jednotlivých skupin a tím zkreslovaly data dob fixací. V případě, že se v měření vyskytli řidiči, kteří některé z pohledů neprovedli, je toto z hlediska dob fixací zachyceno a okomentováno zvlášť. Co se týče průměrných počtů pohledů, ty o nulové hodnoty očištěny nejsou.

## 5.1 VYHODNOCENÍ POHLEDŮ DO RIZIKOVÝCH OBLASTÍ (ŽÁDNÝ PROVOZ)

V této kapitole bude provedena analýza počtu pohledů do rizikových oblastí u všech měřených situací. Byly izolovány pouze situace, při kterých řidič nedával nikomu přednost a v dané situaci se nevyskytovala další vozidla. Cíl tohoto rozdělení byl snížení rozdílu v podmínkách jednotlivých probandů a tím lepší porovnatelnosti dat.

### 5.1.1 Objíždění překážky

Měřená situace spočívala v objíždění překážky vybočením z jízdního pruhu na tramvajový pás, proto je jako riziková oblast situace brána oblast za vozidlem. Porovnatelná by také mohla být situace předjíždění pomalejšího vozidla a kontrola, zdali řidič sám není předjížděn.

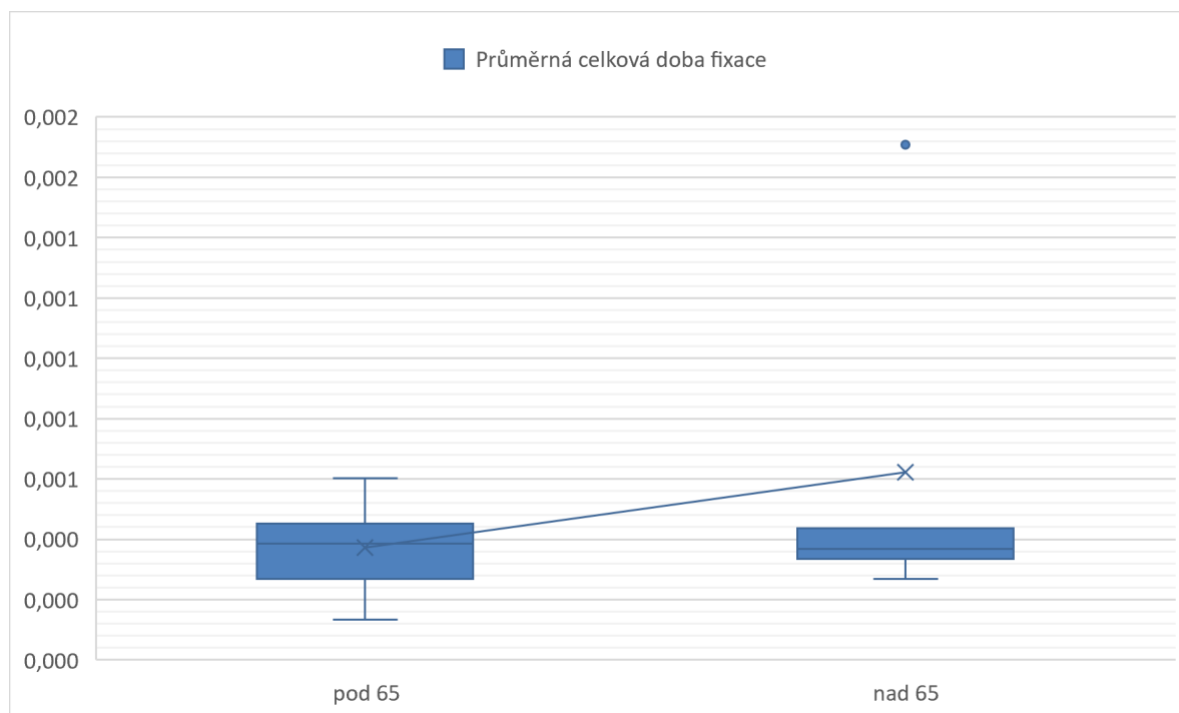
Tato situace nevznikla u všech probandů, ale byla měřena u 9 probandů mladších 65 let a 7 probandů starších. Za zmínku stojí, že jeden proband mladší 65 let a dva probandi starší před ani v průběhu manévru nezkontrolovali situaci za vozidlem vůbec. Důvod, proč tito probandi situaci za vozidlem neověřili, není zřejmý. Pro účely další analýzy byli tito probandi vyřazeni.

Jak je patrné níže v Tab. č. 9, z hlediska průměrného počtu pohledů do zpětného zrcátka při daném manévru se obě skupiny téměř shodují s 1,125 pohledy u mladších řidičů a 1,2 pohledy u starších řidičů. U obou skupin byla velikost rozptylu mezi nejnižší a nejvyšší hodnotou počtu pohledů 1 (v tomto případě bylo minimum 1; maximum 2 pohledy). Všechny pohledy do zpětného zrcátka při této situaci byly spadaly do kategorie primárních (před započítáním manévru a vybočením z jízdního pruhu).

Tab. č. 9: Přehled probandů, kteří nezkontrolovali situaci za vozidlem při objíždění překážky na komunikaci (vlastní)

	Celkový počet probandů s měřením dané situace	Počet probandů, kteří nezkontrolovali situaci za vozidlem	% probandů, kteří nezkontrolovali situaci za vozidlem	Průměrný počet pohledů do zpětného zrcátka před manévrem
Pod 65	9	1	11,5 %	1,125
Nad 65	7	2	28,5 %	1,200

U řidičů, kteří alespoň jeden kontrolní pohled provedli se mezi skupinami téměř shoduje střední hodnota doby fixace (Obr. č. 22), s rozdílem necelých 2 setin sekundy. Průměrná hodnota je u starších řidičů vyšší, což je způsobeno jednou extrémní hodnotou, u které není ze záznamu jasně patrné, co ji způsobilo. Jediným významným rozdílem mezi oběma skupinami je při tomto manévru vyšší procentuální zastoupení řidičů, kteří vůbec nezkontrolovali situaci za vozidlem, a to u probandů nad 65 let.



Obr. č. 22: Porovnání dob fixace situace za vozidlem ve zpětném zrcátku při objíždění překážky (vlastní)

### 5.1.2 Připojování do průběžného pruhu

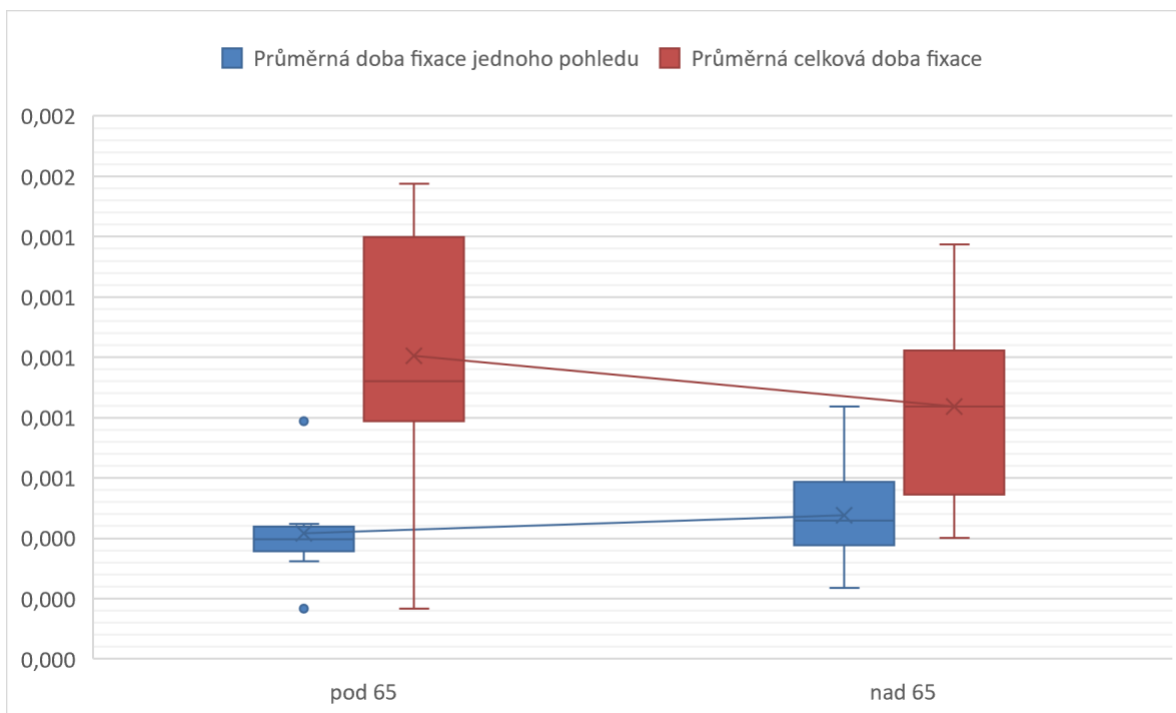
Situace připojování do průběžného pruhu na rychlostní komunikaci na rozdíl od objíždění překážky neodhalila žádného probanda, který by situaci za vozidlem vůbec nezkontroloval. Průměrný počet pohledů do zpětného zrcátka byl u mladších řidičů vyšší, 2,4 pohledů oproti 1,9 pohledům u starší skupiny.

Zajímavým poznatkem je, že při vyšším počtu pohledů byla průměrná fixace jednoho pohledu u mladších řidičů kratší, zatímco celková doba fixace potřebná pro vyhodnocení situace za vozidlem byla u stejné skupiny vyšší díky většímu počtu pohledů (Tab. č. 10). Zjednodušeně řečeno měli mladší probandi tendenci prostor za vozidlem kontrolovat vícekrát kratšími pohledy, zatímco starší probandi jej kontrolovali méněkrát, ale důkladněji.

*Tab. č. 10: Analýza pohledů do zpětného zrcátka při připojování do průběžného pruhu (vlastní)*

	<b>Průměrný počet pohledů do zpětného zrcátka</b>	<b>Průměrná doba fixace jednoho pohledu [s]</b>	<b>Průměrná celková doba fixace při manévru [s]</b>
<b>Pod 65</b>	2,4	0,416	1,005
<b>Nad 65</b>	1,9	0,476	0,838

Jak znázorňuje box-plot průměrné doby fixace jednoho pohledu a průměrné celkové doby fixace (Obr. č. 23), rozptyl průměrné celkové doby fixace je u mladších probandů značně vyšší než u probandů starších.



Obr. č. 23: Porovnání dob fixace situace za vozidlem ve zpětném zrcátku při připojování do průběžného pruhu (vlastní)

### 5.1.3 Odbočování doleva z vedlejší komunikace

Odbočování doleva z vedlejší komunikace přes kolmý tramvajový pás je oproti dvěma předchozím měřeným situacím komplikovanější. Řidič musí kontrolovat větší množství potenciálně rizikových oblastí, které není schopen monitorovat zároveň. Hlavními rizikovými oblastmi jsou pro daného řidiče oba směry hlavní komunikace (zleva a zprava z pohledu řidiče) a také protisměrný proud vedlejší komunikace. V této situaci byl zaznamenán průjezd křižovatkou 6 mladších a 5 starších probandů.

Pro tuto situaci je důležitá analýza primárních a sekundárních pohledů, protože situace v různých rizikových oblastech se může velmi rychle měnit a sekundární pohledy mohou hrát velmi důležitou roli v zabránění dopravní nehody včasnou reakcí řidiče.

Z Tab. č. 11 vyplývá srovnatelné množství primárních pohledů do všech rizikových oblastí křižovatky, zatímco sekundární pohledy se u obou skupin významně liší. Mladší řidiči vykonali v průměru více než trojnásobek sekundárních pohledů doleva než řidiči starší, ze kterých sekundární pohled provedl jeden z pěti probandů. V sekundárních pohledech na pravou stranu mladší skupinu naopak předčili řidiči starší věkové skupiny. Navzdory očekáváním plynoucím z teoretické rešerše si starší řidiči z pohledu prevence

hrozby přijíždějící zprava při projíždění široké křižovatky s tramvajovým pásem kolmo ke směru jízdy počínali bezpečněji. Kontrolu změny situace v oblasti, kterou řidič při jízdě periferně nevidí a vjíždí do jejího rizikového prostoru v průběhu manévru až jako poslední prováděli důkladněji.

*Tab. č. 11: Analýza průměrného počtu pohledů do rizikových oblastí křižovatky při odbočování doleva z vedlejší komunikace (vlastní)*

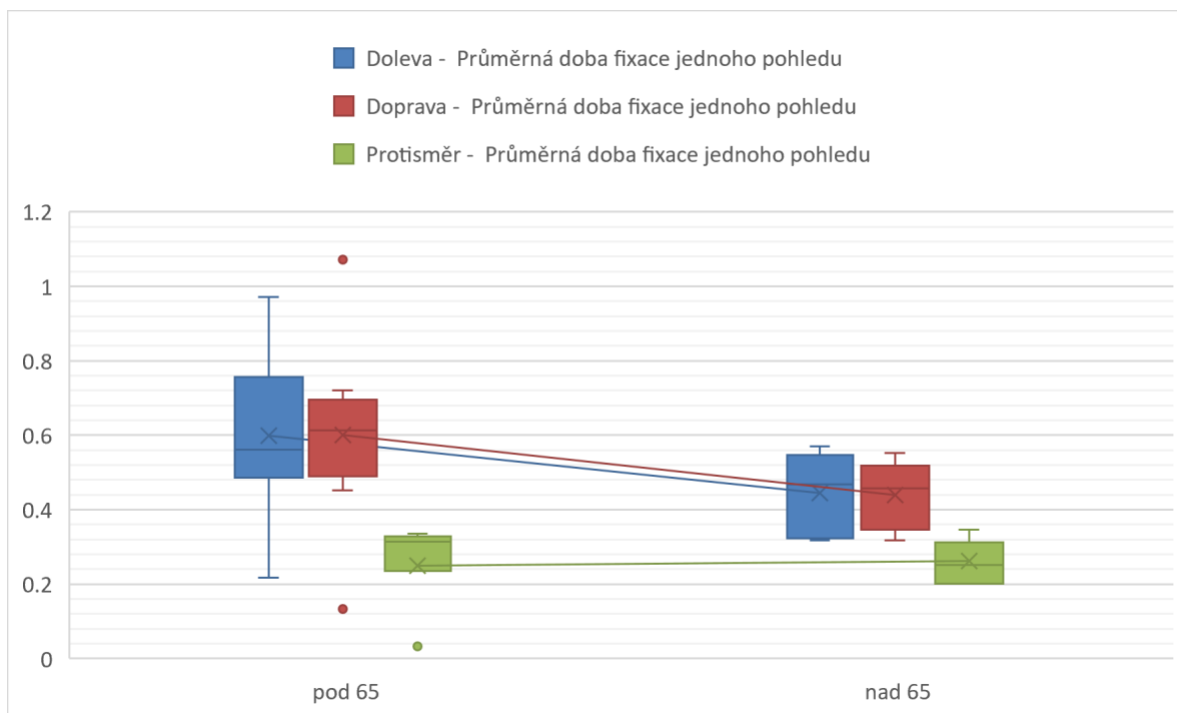
	Levá strana [průměrný počet pohledů]		Pravá strana [průměrný počet pohledů]		Protisměr [průměrný počet pohledů]	
	Primární	Sekundární	Primární	Sekundární	Primární	Sekundární
<b>Pod 65</b>	1,83	0,67	1,17	0,67	1,25	1
<b>Nad 65</b>	2	0,2	1,4	1	1	0,75

Tabulka níže (Tab. č. 12) ilustruje maximální a minimální hodnoty počtu jednotlivých pohledů pro zvýšení výpovědní hodnoty dosažených výsledků. Průměrné počty pohledů a rozdíly mezi nimi vychází z dat s téměř identickými maximálními a minimálními hodnotami, rozptylem, a nejsou ovlivněny extrémními hodnotami.

*Tab. č. 12: Minimální a maximální hodnoty počtu pohledů u jednotlivých probandů při analýze průměrného počtu pohledů do rizikových oblastí křižovatky při odbočování doleva z vedlejší komunikace (vlastní)*

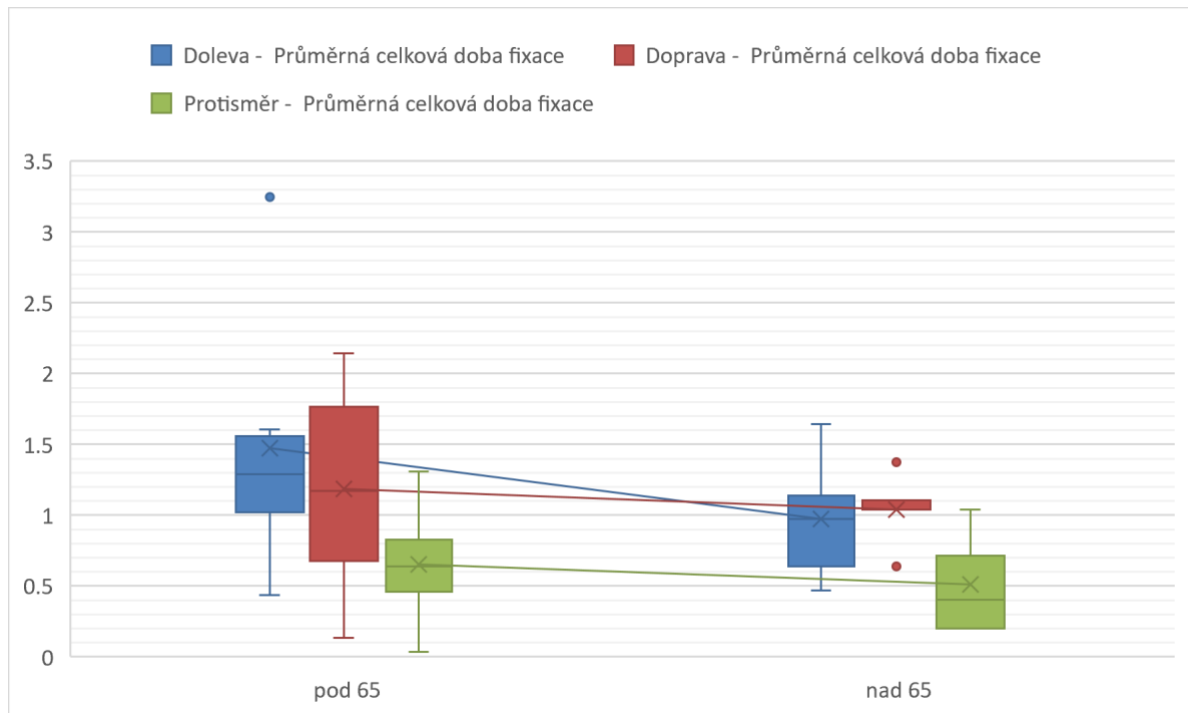
	Levá strana [průměrný počet pohledů]		Pravá strana [průměrný počet pohledů]		Protisměr [průměrný počet pohledů]	
	Primární	Sekundární	Primární	Sekundární	Primární	Sekundární
<b>Pod 65</b>	max 3 min 1	max 1 min 0	max 2 min 1	max 2 min 0	max 2 min 1	max 2 min 0
<b>Nad 65</b>	max 3 min 1	max 1 min 0	max 2 min 1	max 2 min 0	max 1 min 1	max 2 min 0

Z Obr. č. 24 je patrné, že průměrná doba fixace jednoho pohledu má u mladší skupiny řidičů větší rozptyl a je v průměru i střední hodnotě delší oproti starší skupině u pohledu doleva i doprava. Průměrný pohled do oblasti protisměru byl u obou skupiny téměř shodný.



*Obr. č. 24: Porovnání průměrné doby fixace jednoho pohledu do rizikových míst křižovatky (vlastní)*

Níže Obr. č. 25 znázorňuje průměrnou celkovou dobu fixace a zrcadlí výsledky fixace jednotlivých pohledů z obrázku výše. Stírají se zde však rozdíly fixací doprava mezi skupinami, kde hraje roli již zmíněná vyšší četnost sekundárních pohledů do dané oblasti u starší skupiny. Celková doba fixace pohledu do protisměru je na rozdíl od jednotlivých pohledů u mladších řidičů v porovnání s jejich staršími protějšky delší.



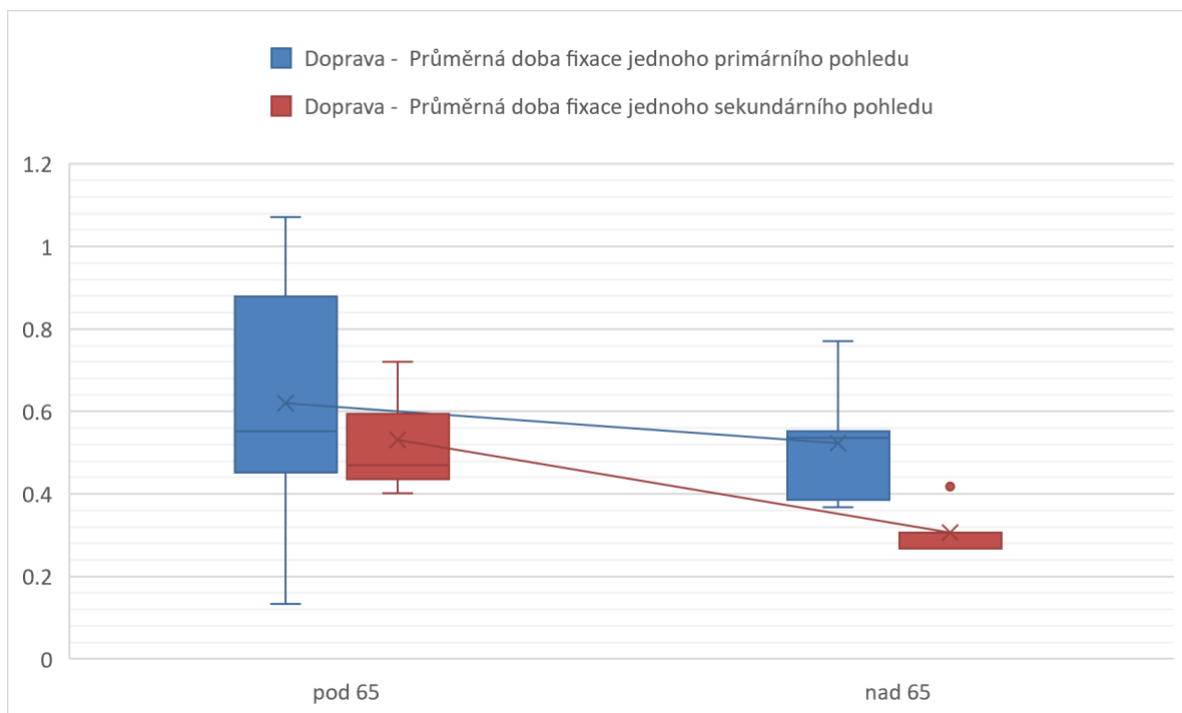
Obr. č. 25: Porovnání průměrné celkové doby fixace rizikových míst v křižovatce (vlastní)

Podíváme-li se níže na tabulku porovnání zastoupení řidičů, kteří při daném odbočování neprovedli některý z primárních a sekundárních pohledů, zjistíme, že většina řidičů starších neprovedla sekundární pohled doleva, oproti menšině řidičů mladších (Tab. č. 13). Naproti tomu žádný sekundární pohled doprava neprovedla polovina řidičů mladších oproti 20 % řidičů starších. U pohledu a kontroly situace v protisměru byli v obou věkových kategoriích řidiči, kteří neprovedli žádnou fixaci do oblasti v protisměru. Z videozáznamů však bylo patrné, že řidiči sledují tuto oblast periferně při přesunu pohledu mezi levou a pravou stranou. Proto je obtížné hodnoty pohledů do této oblasti interpretovat.

Tab. č. 13: Porovnání řidičů v jednotlivých věkových skupinách, kteří neprovedli některý z kontrolních pohledů (vlastní)

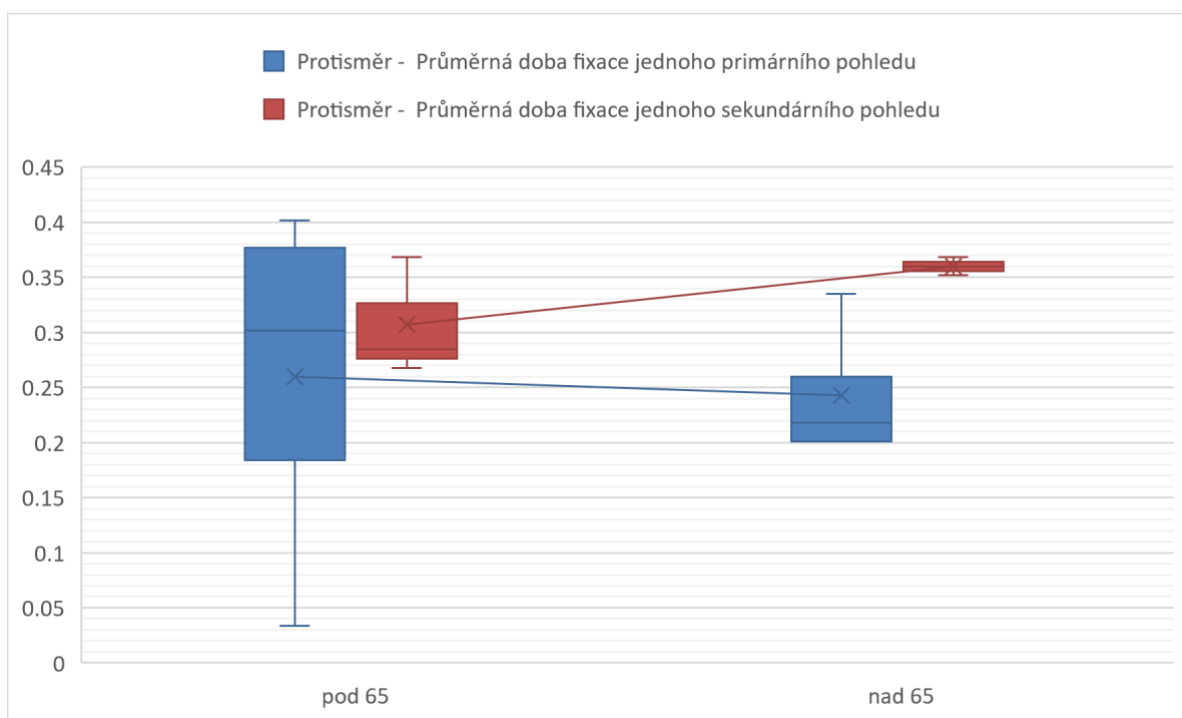
	Levá strana (řidiči, kteří neprovedli žádný kontrolní pohled)		Pravá strana (řidiči, kteří neprovedli žádný kontrolní pohled)		Protisměr (řidiči, kteří neprovedli žádný kontrolní pohled)	
	Primární	Sekundární	Primární	Sekundární	Primární	Sekundární
<b>Pod 65 [#]</b>	0	2	0	3	2	3
<b>Pod 65 [%]</b>	0 %	33,3 %	0 %	50 %	33,3 %	50 %
<b>Nad 65 [#]</b>	0	4	0	1	1	3
<b>Nad 65 [%]</b>	0 %	80 %	0 %	20 %	20 %	60 %

Z box-plotu znázorňujícího průměrné délky jednoho pohledu doprava (Obr. č. 26), zjistíme, že ač starší řidiči v této oblasti mladší věkovou skupinu předčili co do počtu sekundárních pohledů, tyto sekundární pohledy byly výrazně kratší. Takto výrazný rozdíl nebyl patrný u pohledů doleva, kde ale můžeme podobný rozdíl v trvání fixace mezi jednotlivými skupinami sledovat u primárních pohledů.



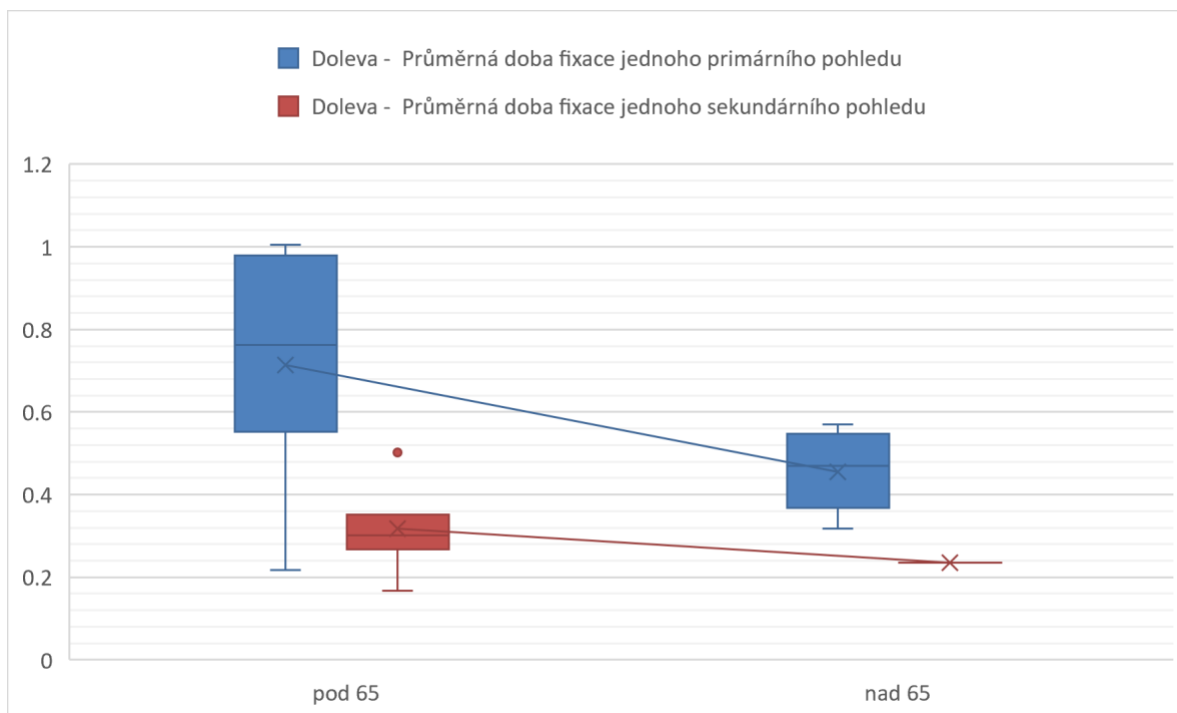
Obr. č. 26: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu doprava (vlastní)

U pohledů do protisměru (Obr. č. 27) jsme mohli u dat shlukujících primární i sekundární pohledy pozorovat, že tyto pohledy jsou u starší věkové skupiny delší co do průměru, tak střední hodnoty, což je způsobeno delšími sekundárními pohledy.



Obr. č. 27: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu do protisměru (vlastní)

U sekundárních pohledů doleva (Obr. č. 28) výrazně zaostávali naopak starší řidiči, 80 % probandů z této skupiny nevykonalo žádný sekundární pohled oblasti vlevo. Sekundární pohledy do protisměru se mezi skupinami výrazně neliší a jejich výpovědní hodnota není tak vysoká, protože z videozáznamů bylo patrné, že řidiči mají tendenci tuto oblast kontrolovat při přesunu pohledu, aniž by oblast museli fixovat.



Obr. č. 28: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu doleva (vlastní)

Z výsledků měření situace odbočování doleva z vedlejší komunikace přes kolmo položený tramvajový pás vyplývá, že počty primárních kontrolních pohledů se výrazně neliší u žádné z rizikových oblastí. Průměrná celková doba fixace i průměrná doba fixace jednoho pohledu jsou ale u mladší skupiny řidičů delší u pohledů do obou rizikových oblastí kromě protisměru, který byl probandy často patrně monitorován periferně při přesunu pohledů. U mladších řidičů byl výrazně vyšší výskyt toho, že neprovedli žádný sekundární pohled vpravo, což je oblast křižovatky, která je z hlediska možných změn a periferní viditelnosti nejrizikovější.

#### 5.1.4 Odbočování doleva z hlavní komunikace přes tramvajový pás

Situace odbočování doleva z hlavní komunikace přes rovnoběžný tramvajový pás se manévrem podobá předchozí situaci, kde probandi odbočovali doleva z vedlejší komunikace. Řidič na hlavní komunikaci však při odbočování vlevo z hlavní komunikace standardně dává přednost pouze vozidlům jedoucím v protisměru a v této konkrétní situaci dává přednost také rovnoběžně jedoucí tramvaji. S ohledem na tyto skutečnosti byly u této situace vyhodnocovány pohledy vyhodnocující situaci v protisměru a ty, které mířily do levého zpětného zrcátka pro kontrolu oblasti možného průjezdu tramvaje. Naměřeno v této situaci bylo 10 mladších a 11 starších řidičů.

Tabulka průměrného počtu pohledů do jednotlivých oblastí (Tab. č. 14) ukazuje, že průměrný počet pohledů mladších řidičů byl v jízdách zkoušek vyšší ve všech kategoriích. Nejvíce je potom rozdíl patrný u sekundárních pohledů, kde se pohybuje okolo dvojnásobku počtu u řidičů starších.

Tab. č. 14: Porovnání průměrného počtu primárních a sekundárních pohledů do rizikových oblastí (vlastní)

	Protisměr [průměrný počet pohledů]		Levé zpětné zrcátko [průměrný počet pohledů]	
	Primární	Sekundární	Primární	Sekundární
<b>Pod 65</b>	2,4	1,2	1,8	0,4
<b>Nad 65</b>	1,82	0,64	1,18	0,18

Tabulka níže znázorňuje maximální a minimální hodnoty pro dokreslení výsledků počtu pohledů do jednotlivých míst v křižovatce z Tab. č. 15.

Tab. č. 15: Minimální a maximální hodnoty u průměrného počtu primárních a sekundárních pohledů do rizikových oblastí (vlastní)

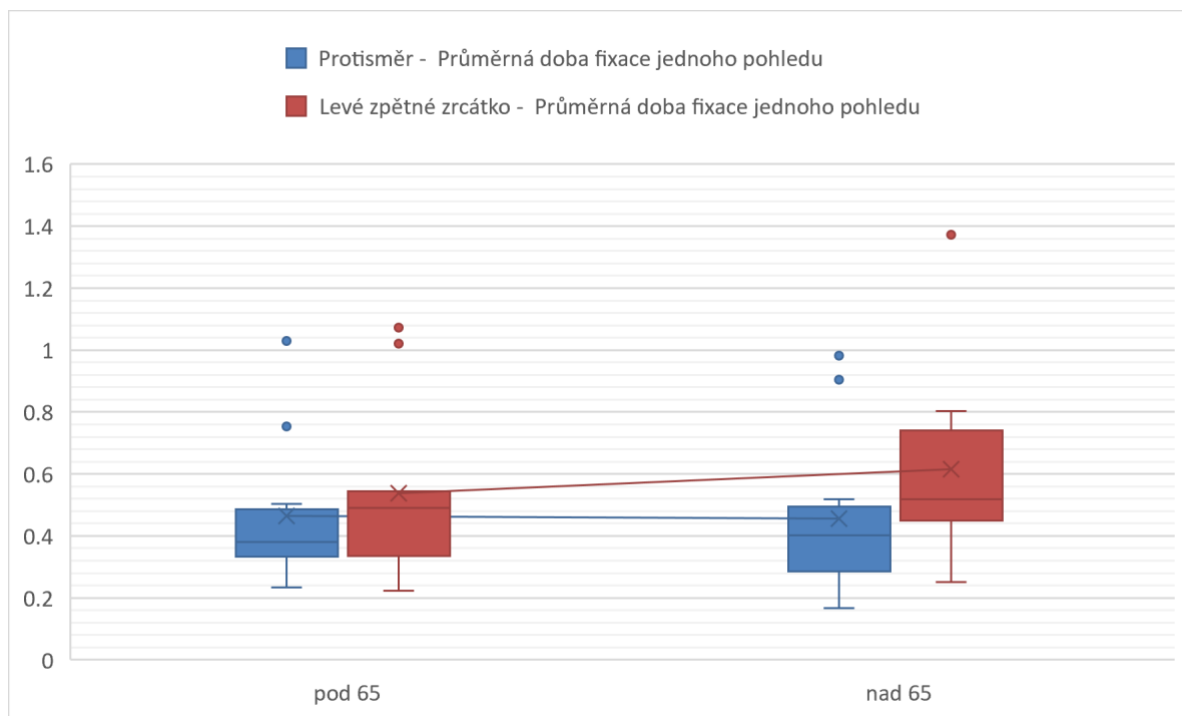
	Protisměr [průměrný počet pohledů]		Levé zpětné zrcátko [průměrný počet pohledů]	
	Primární	Sekundární	Primární	Sekundární
<b>Pod 65</b>	max 5 min 1	max 3 min 0	max 4 min 1	max 1 min 0
<b>Nad 65</b>	max 3 min 1	max 2 min 0	max 3 min 1	max 1 min 0

V tabulce níže (Tab. č. 16) můžeme vidět počet řidičů, kteří nevykonali jednotlivé kontrolní pohledy. V obou věkových skupinách byl jeden řidič, který nevykonal ani jeden kontrolní pohled do levého zpětného zrcátka. Zastoupení řidičů, kteří nevykonali žádný sekundární kontrolní pohled je u obou monitorovaných oblastí vyšší u starší skupiny řidičů.

Tab. č. 16: Přehled řidičů, kteří při manévru neprovedli kontrolní pohledy (vlastní)

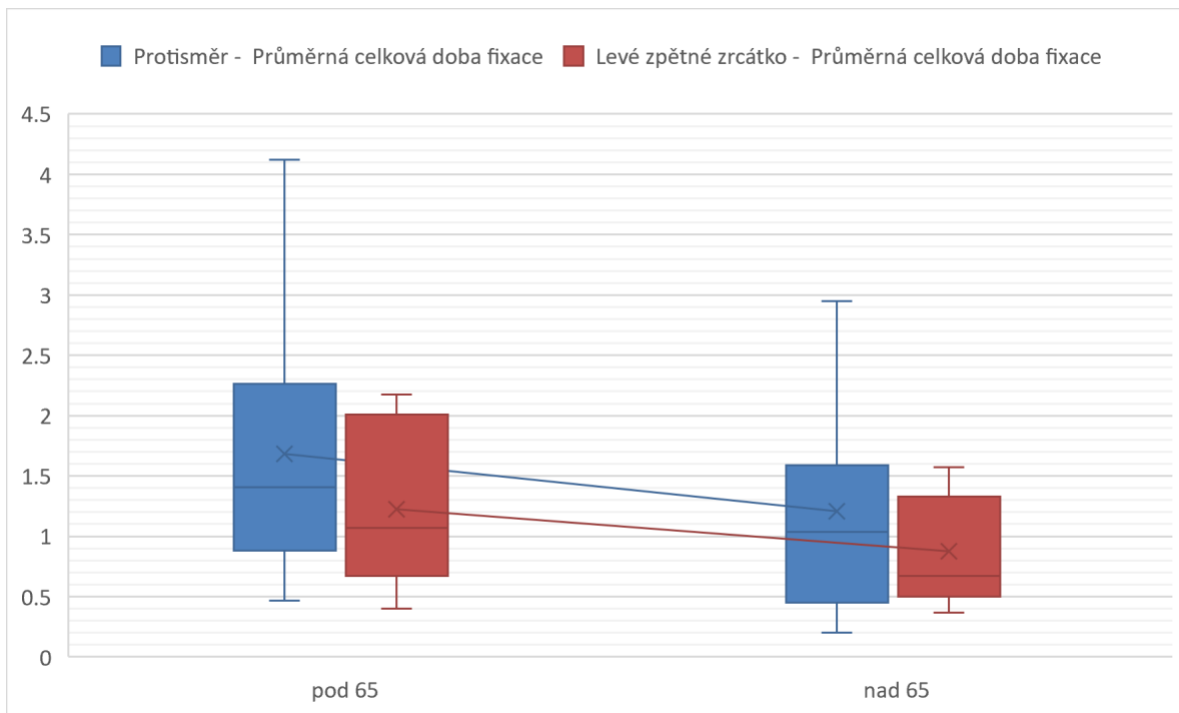
	Protisměr [řidiči, kteří neprovedli žádný kontrolní pohled]		Levé zpětné zrcátko [řidiči, kteří neprovedli žádný kontrolní pohled]	
	Primární	Sekundární	Primární	Sekundární
<b>Pod 65 [#]</b>	0	2	1	6
<b>Pod 65 [%]</b>	0 %	20 %	10 %	60 %
<b>Nad 65 [#]</b>	0	5	1	9
<b>Nad 65 [%]</b>	0 %	45,5 %	9,1 %	81,8 %

Box-plot, který znázorňuje průměrnou dobu fixace jednoho pohledu do rizikové oblasti u obou skupin můžeme vidět níže (Obr. č. 29). Rozdíly mezi dobami fixací jednotlivých skupin nejsou výrazné.



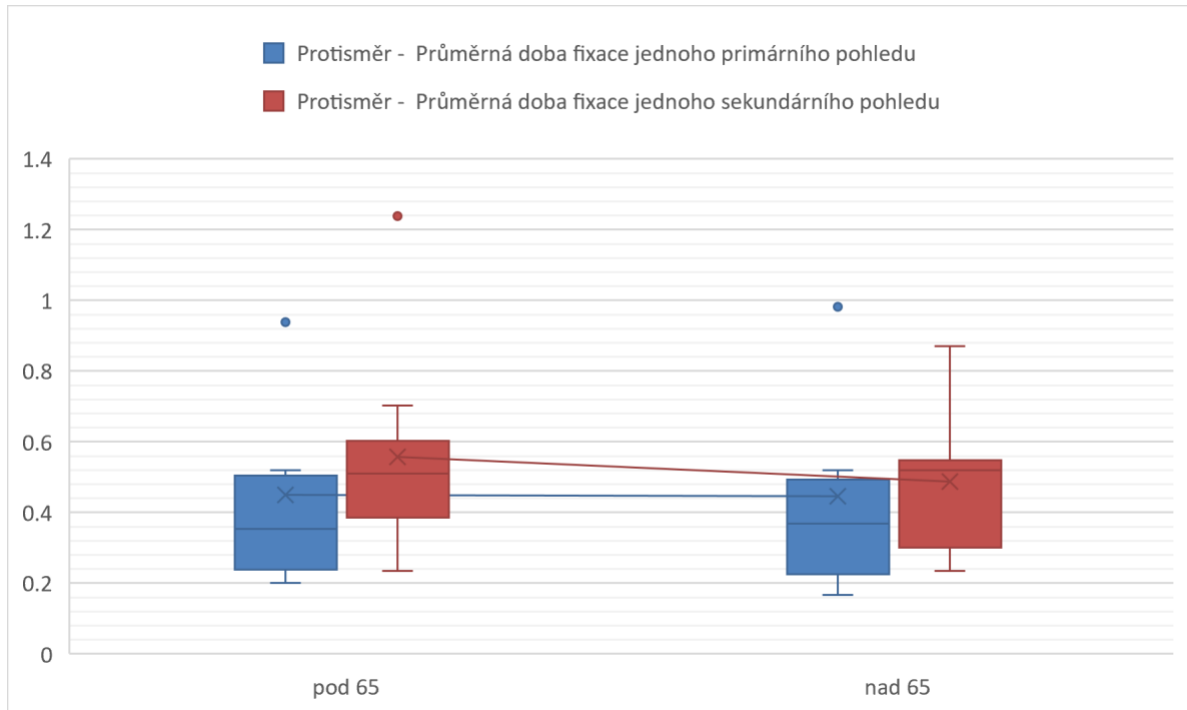
Obr. č. 29: Porovnání průměrné doby fixace jednoho pohledu do rizikových míst křižovatky (vlastní)

Při vyhodnocení box-plotu níže, zohledňujícího průměrnou celkovou dobu fixace při průjezdu křižovatkou (Obr. č. 30), můžeme dospět k závěru, že celkové doby fixace jsou vyšší u mladší věkové skupiny. Toto vychází z vyššího počtu pohledů u této skupiny probandů a srovnatelných hodnot průměrné doby fixace jednoho pohledu.

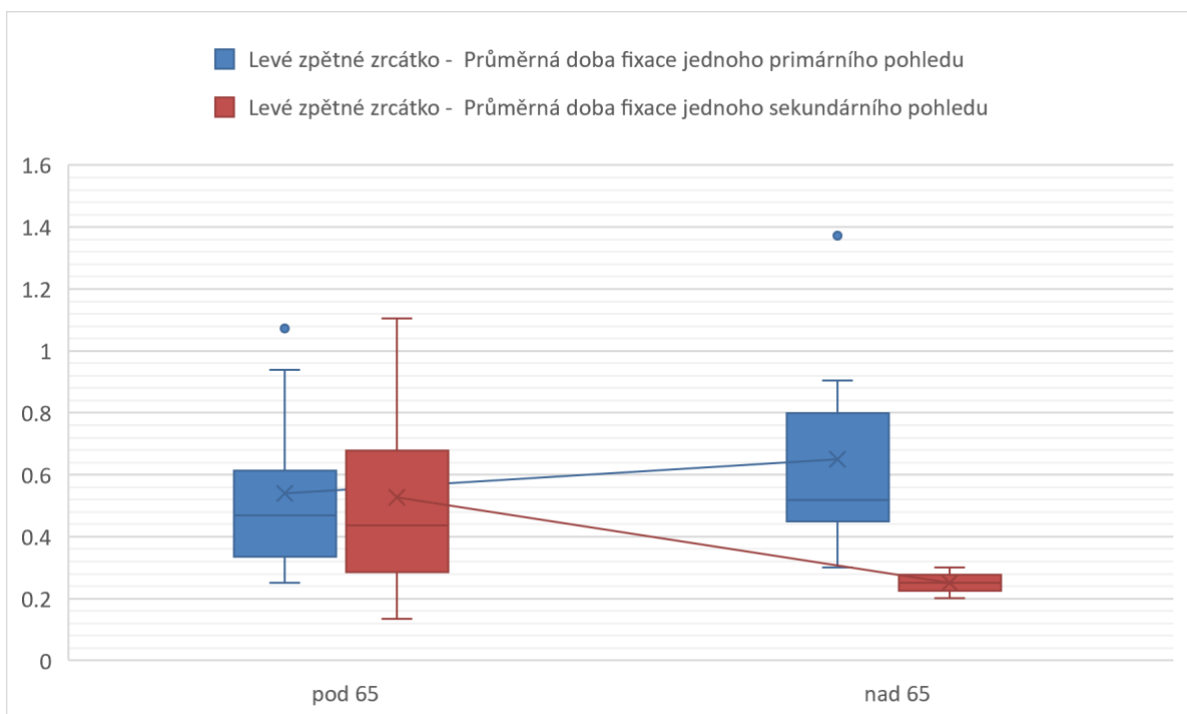


Obr. č. 30: Porovnání průměrné celkové doby fixace rizikových míst v křižovatce (vlastní)

U starší skupiny bylo mnohem vyšší zastoupení řidičů, kteří nevykonali alespoň jeden ze dvou sledovaných sekundárních pohledů. Toto snižuje množství dat, zejména u sekundárních pohledů, a tedy i jejich přesnost, ale z grafů níže (Obr. č. 31 a Obr. č. 32) vyplývá, že u řidičů, kteří alespoň jeden sekundární pohled vykonali, byly tyto jednotlivé pohledy v průměru kratší u starší skupiny řidičů. Nutno zmínit, že byly z dat vyňaty nulové hodnoty, v případě ponechání by výsledné průměrné časy byly u starší skupiny ještě nižší. Jinak řečeno, starší řidiči vykonali sekundární pohledy méně často a u těch, kteří je vykonali, byly tyto pohledy v průměru kratší než u jejich mladších protějšků.



Obr. č. 31: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu do protisměru (vlastní)



Obr. č. 32: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu do levého zpětného zrcátka (vlastní)

V situaci odbočování doleva z hlavní komunikace přes rovnoběžný tramvajový pás se skupina starších řidičů jeví výkonnostně na nižší úrovni. V průměru tato skupina provedla výrazně nižší počet kontrolních pohledů do všech monitorovaných oblastí a bylo mezi nimi větší zastoupení řidičů, kteří neprovedli sekundární kontrolní pohled alespoň do jedné nebo do obou monitorovaných oblastí. Průměrné celkové doby fixací i fixací jednoho pohledu jsou i přes vyjmutí nulových hodnot, kterých bylo u starší věkové skupiny výrazně více, u této skupiny kratší.

## **5.2 VYHODNOCENÍ POHLEDŮ DO RIZIKOVÝCH OBLASTÍ (PROVOZ)**

Sledované situace s provozem jsou z hlediska analýzy složitější, protože v reálném provozu obsahují mnoho náhodných prvků, které jsou u každé situace různé, a tím zkreslují datové výstupy. Záměr v této kapitole byl zpracovat analýzu situace odbočování doleva přes kolmý tramvajový pás z vedlejší komunikace a odbočování doleva přes rovnoběžný tramvajový pás z hlavní komunikace. Analýza u odbočování z vedlejší komunikace bohužel nebyla možná z důvodu nedostatku datových vstupů, proto se budeme v této kapitole zabývat pouze druhou ze zmíněných situací.

### **5.2.1 Odbočování doleva z hlavní komunikace přes tramvajový pás (s provozem)**

V této měřené situaci byl zachycen průjezd 7 řidičů mladších 65 let a 8 řidičů starších 65 let. Metodika analýzy byla v tomto případě odlišná, protože situace jako celek není porovnatelná. Proto byly pohledy zaznamenávány od bodu, kdy řidič přestal v provozu dávat přednost a aktivoval se k rozjezdu pro průjezd křižovatkou. Od tohoto bodu byly všechny pohledy brány jako sekundární, protože řidič už v této chvíli primární vyhodnocení provedl a další pohledy již byly pouze kontrolní.

Z tabulky níže jsou patrné rozdíly v úkonech mladších a starších řidičů (Tab. č. 17). Zatímco jeden z mladších probandů neprovedl v rámci dané situace sekundární kontrolní pohled do protisměru, 4 z nich, tedy 57 %, neprovedlo sekundární pohled kontroly situace za vozidlem. Tento výsledek je ještě markantnější u řidičů starších, kde sekundární pohled do zpětného zrcátka neprovedl žádný z měřených probandů.

Tab. č. 17: Přehled řidičů, kteří při manévru neprovedli kontrolní pohledy (vlastní)

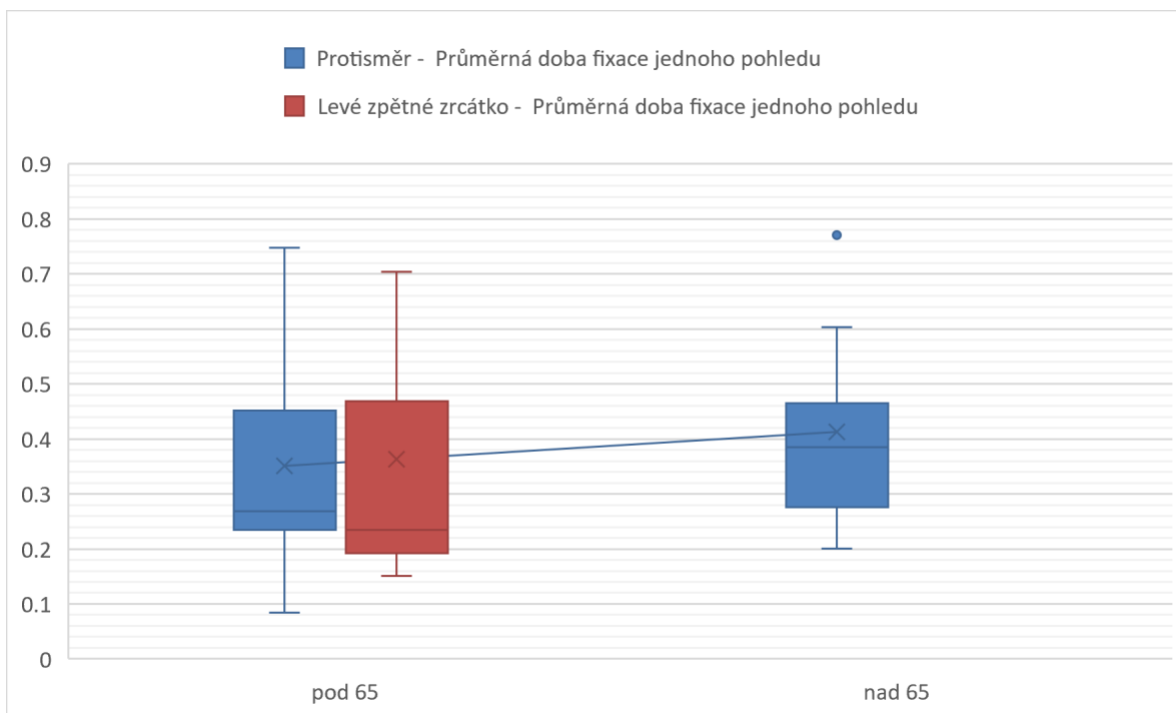
	<b>Celkový počet probandů s měřením dané situace</b>	<b>Počet probandů bez sekundárního pohledu do protisměru</b>	<b>% probandů bez sekundárního pohledu do protisměru</b>	<b>Počet probandů bez sekundárního pohledu do levého zpětného zrcátka</b>	<b>% probandů bez sekundárního pohledu do levého zpětného zrcátka</b>
<b>Pod 65</b>	7	1	14,3 %	4	57 %
<b>Nad 65</b>	8	0	0 %	8	100 %

Z hlediska průměrného počtu pohledů dosahují obě věkové skupiny srovnatelného počtu sekundárních pohledů do protisměru, zatímco sekundární pohledy do levého zpětného zrcátka jsou výrazně častější u mladší skupiny (Tab. č. 18). Žádný z řidičů ze starší skupiny sekundární pohled do zpětného zrcátka neprovedl.

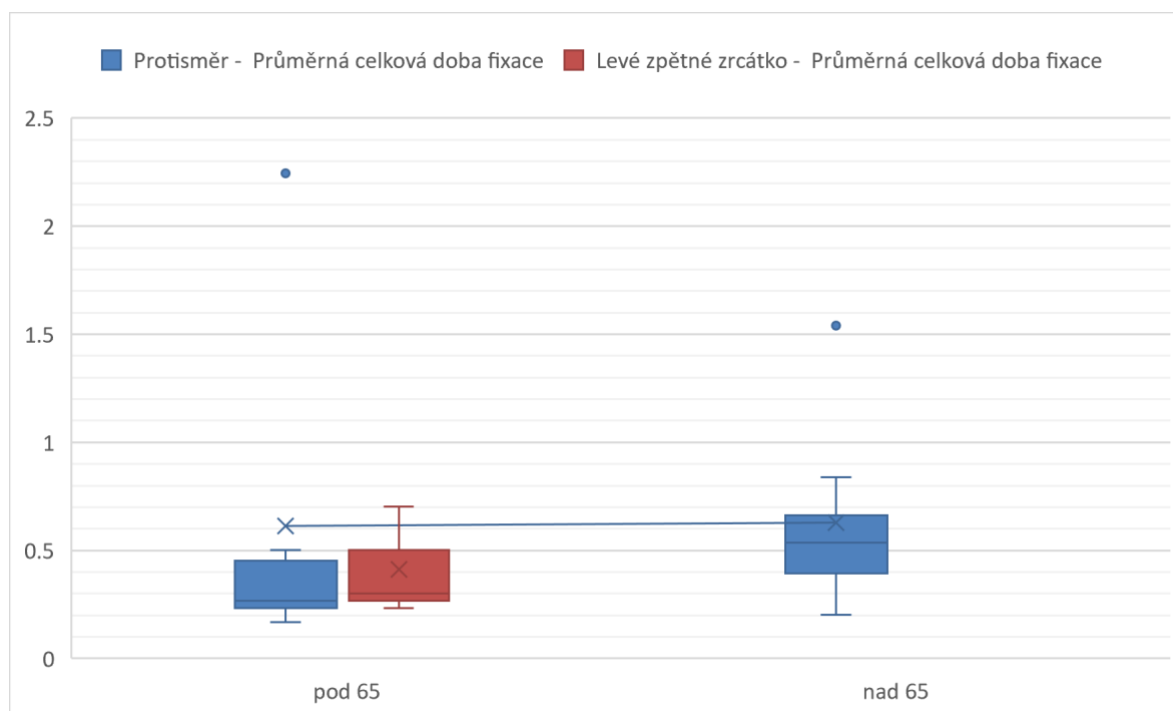
Tab. č. 18: Průměrný počet kontrolních pohledů do rizikových oblastí (vlastní)

	<b>Průměrný počet pohledů do protisměru</b>	<b>Průměrný počet pohledů do zpětného zrcátka</b>
<b>Pod 65</b>	1,29	0,57
<b>Nad 65</b>	1,5	0

Při pohledu na box-ploty níže (Obr. č. 33 a Obr. č. 34) však vidíme, že z hlediska průměrné doby fixace jednoho pohledu i průměrné celkové doby fixace dosahují vyšších hodnot starší řidiči. Z toho vyplývá, že sice tito řidiči uskutečnili méně pohledů, tyto pohledy však byly delší a celková doba vyhodnocení situace byla delší u starších řidičů, navzdory nižšímu počtu pohledů. Z hlediska kontroly zpětného zrcátka je jednoznačná převaha počtu pohledů u mladší skupiny patrná již z výše uvedených tabulek.



Obr. č. 33: Porovnání průměrné doby fixace jednoho pohledu do rizikových míst křižovatky (vlastní)



Obr. č. 34: Porovnání průměrné celkové doby fixace rizikových míst v křižovatce (vlastní)

Nejvýraznějším výsledkem měření této situace je, že žádný ze starších řidičů při odbočování doleva z hlavní komunikace přes rovnoběžný tramvajový pás s provozem neprovedl sekundární kontrolní pohled do levého zpětného zrcátka, což je oproti situaci bez provozu zhoršení. U mladší skupiny řidičů tento pohled neprovedlo 57 % řidičů, což je oproti situaci bez provozu mírné zlepšení. Z hlediska pohledu do protisměru došlo u obou skupin ke zlepšení – vyšší podíl řidičů, kteří sekundárním pohledem oblast v protisměru zkontrolovali. Z daných výsledků můžeme usuzovat, že vyšší mentální zátěž způsobila, že starší řidiči v provozu na této složité křižovatce zapomínali kontrolovat situaci za vozidlem.

## 6 DISKUZE / ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ

V analýze současného stavu byly shromážděny vědecké práce, které operovaly s různými zdravotními omezeními starších řidičů z hlediska pohyblivosti či zraku. Takové jevy nebyly podle předloženého dotazníku v testovacích skupinách této diplomové práce pozorovány, proto není možné v této oblasti přicházet se závěry.

Podle teoretické rešerše bylo také očekáváno, že starší skupina bude při běžném řízení demonstrovat behaviorální adaptaci vůči složitým dopravním situacím a strategickou nebo taktickou kompenzaci adekvátní k deterioraci svých schopností (European Commission, 2015; Michon, 1985; Langford, 2011). Tato hypotéza nemohla být v podmínkách diplomové práce ověřena měřením, zaměřovaly se na ni však některé otázky v dotazníku vyplňovaném každým probandem. Podle výsledků dotazníku se tento předpoklad nepotvrdil. Rozdíl mezi odpověďmi o vyhýbání se řízení v různých podmínkách, subjektivního sebehodnocení řidičských dovedností ani hodnocení subjektivní obtížnosti různých podmínek nevykazují mezi skupinami výrazné rozdíly. To může být způsobeno úmyslným či nevědomým zkreslením odpovědí jednotlivých probandů, složením měřených skupin, absencí hlášených zdravotních problémů spojených se stářím nebo téměř totožnou bilancí frekvence řízení a ročního nájezdu kilometrů obou skupin.

S přihlédnutím na výše zmíněné odstavce je nutné při interpretaci výsledků uvedených v této diplomové práci brát ohled na relativní uniformitu skupiny starších probandů a výsledky individuálních dotazníků, které se co do frekvence řízení a ročního nájezdu kilometrů mezi jednotlivými skupinami téměř neliší. Není jasné, zda skupina probandů starších 65 let je reprezentativním vzorkem starších řidičů, a to může být pro tuto diplomovou práci limitujícím faktorem. Blízkost jednotlivých skupin co do frekvence řízení a ročního nájezdu kilometrů může být naopak výhodnou pro interpretaci výsledků a jejich rozdílů s primárním zaměřením na věk. Výsledky nejsou výrazně ovlivněny sníženou vitalitou starší skupiny řidičů, rozdílnou frekvencí řízení a ročního nájezdu kilometrů spojeným se změnou návyků vyvolaných důchodovým věkem.

Z hlediska skupiny probandů starších 65 let a očekávaného snížení průměrného počtu sekundárních pohledů a zvýšení počtu probandů, kteří žádný sekundární pohled do

rizikové oblasti křižovatky neprovedli (Samuel a kol., 2016; Schneider, 2015; Romoser, 2013; Yamani, 2015), také nejsou výsledky zcela jednoznačné. Ve většině případů výsledky vykazovaly očekávaný trend, došlo však k neočekávanému rozdílu při odbočování doleva z vedlejší komunikace a sekundárního pohledu doprava, při kterém žádný sekundární pohled neprovedla polovina mladších probandů oproti 20 % probandů starších. Z dat ani videozáznamů nebyl patrný důvod, který by tento rozpor vysvětlil.

U starších probandů se projevila horší kontrola situace za vozidlem ve všech měřených situacích, ať už při objíždění překážky, připojování do průběžného jízdního pruhu na rychlostní komunikaci, či odbočování doleva z hlavní komunikace přes rovnoběžný tramvajový pás v situaci s provozem i bez. To se u starší skupiny probandů projevilo vyšším počtem řidičů, kteří situaci za vozidlem vůbec nekontrolovali, průměrně nižšími počty primárních i sekundárních pohledů a kratší průměrnou celkovou dobou fixace dané rizikové oblasti.

Výsledky měření také naznačují soulad s teoretickou rešerší v oblasti výraznějšího zhoršení výkonnosti starších řidičů při vyšší mentální zátěži (Cantin, 2009). Tento jev se projevil při odbočování doleva z hlavní komunikace přes rovnoběžný tramvajový pás, která byla vyhodnocována s provozem i bez. Při zvýšení mentální zátěže provozem došlo u starší skupiny k nedostatečné kontrole situace za vozidlem, kterou žádný z probandů nekontroloval sekundárním pohledem. Naopak u mladší skupiny se intenzita kontroly situace za vozidlem s provozem naopak zvýšila.

## 7 ZÁVĚR

V této diplomové práci byla provedena rešerše aktuálního stavu problematiky starších řidičů, na jejímž základě bylo navrženo a provedeno měření a analýza výsledků u skupin řidičů mladších a starších 65 let.

Ze získaných dat vyplývá, že u starších řidičů je všeobecně vyšší pravděpodobnost žádné nebo nedostatečné kontroly situace za vozidlem, a to jak při objíždění překážky na komunikaci, připojování se do průběžného jízdního pruhu, tak i kontrole rovnoběžného tramvajového pásu při odbočování z hlavní komunikace doleva při nulovém provozu. K patrnějšímu zhoršení výsledků došlo v situaci odbočování z hlavní komunikace za provozu.

Starší řidiči vykazovali všeobecně menší počet sekundárních pohledů u všech monitorovaných situací a rizikových oblastí. Jedinou výjimkou byla v tomto ohledu sekundární kontrola pravé strany z pohledu řidiče při odbočování doleva z vedlejší komunikace přes kolmý tramvajový pás. V této oblasti starší řidiči jejich mladší protějšky předčili co do počtu pohledů i průměrné celkové doby fixace.

Z hlediska doby fixace jednoho pohledu i průměrné celkové doby fixace jednotlivých oblastí nebyly rozdíly mezi mladšími a staršími řidiči výrazné a průměrné doby byly v různých situacích delší u různé skupiny probandů. Výrazným poznatkem však je významně větší rozptyl průměrných dob fixace jednoho pohledu i celkové doby fixace u mladší skupiny řidičů. Zatímco starší řidiči dosahovali mezi sebou relativně uniformních výsledků, řidiči mladší vykazovali zásadní rozdíly. To může být u mladší skupiny dáno větší rozmanitostí profilu probandů s ohledem na věk a s tím spojené celkové řidičské zkušenosti. Účastníci měření ze starší skupiny byli naopak relativně jednotnou skupinou, ve které nebyly patrné výrazné extrémy co do věku, vitality jedinců, životních řidičských zkušeností i frekvence využívání osobního automobilu. Měření probandi ze starší skupiny také vycházeli z podobného profesního zázemí a většina z nich i přes důchodový věk stále docházela do zaměstnání. S ohledem na tento faktor bych další výzkum v této oblasti směřoval k reprezentativnímu výběru vzorku starších řidičů vzhledem k reálné populaci.

Porovnání situace odbočování vlevo z hlavní komunikace přes rovnoběžný tramvajový pás bez provozu a s provozem napovídá tomu, že vyšší mentální zátěž měla

větší vliv na řidiče starší věkové kategorie. V této oblasti vnímám jako přínosné provést důkladnější analýzu vlivu mentální zátěže na řidiče různých věkových kategorií v prostředí, které umožní lepší kontrolu nad danými situacemi. Toho by mohlo být dosaženo na simulátoru s předdefinovanou situací, kde by měřené situace bez provozu i s provozem, nebo rozdílnou mentální zátěží, byly totožné pro všechny probandy.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

BENEKOHAL, R.F., R.M. MICHAELS, P.T.V. RESENDE, E. SHIM a B. WEEKS. *Highway operation problems of senior drivers in Illinois* [online]. Illinois: Illinois Department of Transportation, 1992 [cit. 2019-11-15]. Dostupné z: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015075277403&view=1up&seq=5>

BRADÁČ, A. a kol.: *Soudní inženýrství*. AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM s.r.o., Brno 1999

BRADÁČ, Albert. *Soudní Inženýrství*. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-720- 4133- 9.

BUCSUHÁZY, Kateřina, Veronika SVOZILOVÁ a Olga VALLOVÁ. *SVALOVÁ ODEZVA U ZDRAVÝCH LIDÍ A U LIDÍ TRPÍCÍCH PARKINSONOVOU CHOROBOU*. In: *Sborník příspěvků konference Junior Forensic Science*. 1. Brno, 2018, s. 11-16. ISBN 978-80-214-5621-1.

CANTIN, Vincent, Martin LAVALLIÈRE, Martin SIMONEAU a Normand TEASDALE. *Mental workload when driving in a simulator: Effects of age and driving complexity*. *Accident Analysis & Prevention*. 2009, (41), 763-771.

Český statistický úřad. CZSO - Age Structure [online]. Česká republika, 2019 [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/staticke/animgraf/cz/>

DAVIDSE, Ragnhild. *Assisting the older driver: Intersection design and in-car devices to improve the safety of the older driver* [online]. Leidschendam: SWOV, 2007 [cit. 2019-11-23]. ISBN 978-90-73946-02-6. Dostupné z: [https://www.swov.nl/sites/default/files/publicaties/dissertatie/ragnhild\\_davidse.pdf](https://www.swov.nl/sites/default/files/publicaties/dissertatie/ragnhild_davidse.pdf)

ECMT Report on transport ageing of the population. *European conference of ministers of transport* [online]. 1998 [cit. 2019-11-23]. DOI: 10.1787/9789264187733-en. Dostupné z: [https://read.oecd-ilibrary.org/transport/transport-and-ageing-of-the-population\\_9789264187733-en](https://read.oecd-ilibrary.org/transport/transport-and-ageing-of-the-population_9789264187733-en)

*Ergoneers*. *Www.ergoneers.com* [online]. [cit. 2020-01-11]. Dostupné z: [www.ergoneers.com](http://www.ergoneers.com)

European Commission. *Older Drivers 2015* [online]. 2015 [cit. 2019-11-10]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/ersosynthesis2015-olderdrivers25\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/ersosynthesis2015-olderdrivers25_en.pdf)

HAKAMIES-BLOMQVIST, Liisa, Tarjaliisa RAITANEN a Desmond O'NEILL. Driver ageing does not cause higher accident rates per km. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* [online]. 2002, 5(4), 271-274 [cit. 2019-11-20]. DOI: 10.1016/S1369-8478(03)00005-6.

HAKAMIES-BLOMQVIST, Liisa. Fatal accidents of older drivers. In: *Accident analysis and prevention*. Amsterdam: Elsevier, 1993, s. 19-27. DOI: 10.1016/0001-4575(93)90093-c.

HULTSCH, David F., Stuart W. S. MACDONALD a Roger A. DIXON. Variability in Reaction Time Performance of Younger and Older Adults. *Journal of Gerontology: PSYCHOLOGICAL SCIENCES* [online]. 2002, 57(2), 101-115 [cit. 2020-01-11]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11867658>

JANCO, Marcel. *Reakčná doba vodiča* [online]. 09/09/2018 [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <http://marceljanco.sk/reakcna-doba-vodica/>

KALYONCUOĞLU, Figen Ş. a Mesut TIĞDEMİR. The Effects of the Daily Driven Distance and Age Factor on the Traffic Accidents. *Traffic&Transportation*. 2014, 26(3), 201-207. DOI: 10.7307/ptt.v26i3.1306.

KARWOWSKI, Waldemar. *International encyclopedia of ergonomics and human factors*. Boca Raton, FL, 2006. ISBN 978-0415304306.

LANGFORD, Jim a Sjaanie KOPPEL. Licence restrictions as an under-used strategy in managing older driver safety. *Accident Analysis & Prevention*. 2011, (43), 487-493.

MCGWIN, Gerald a Donna BROWN. Characteristics of traffic crashes among young, middle-aged, and older drivers. In: *Accident analysis and prevention*. Amsterdam: Elsevier, 1999, s. 181-198. DOI: 10.1016/s0001-4575(98)00061-x.

MCKNIGHT, A.James a A.Scott MCKNIGHT. Multivariate analysis of age-related driver ability and performance deficits. *Accident Analysis & Prevention*. 1999, (31), 445-454.

MESKEN, Drs. J. *Kennisleemten en -behoeften van oudere verkeersdeelnemers in Drenthe: Verslag van een vragenlijstonderzoek* [online]. Leidschendam: SWOV, 2002 [cit. 2019-11-12]. SWOV-rapport R-2002-18. Dostupné z: <https://www.swov.nl/publicatie/kennisleemten-en-behoeften-van-oudere-verkeersdeelnemers-drenthe>

MICHON, John A. A Critical View of Driver Behavior Models: What Do We Know, What Should We Do? In: EVANS, Leonard a Richard C. SCHWING. *Human Behavior and Traffic Safety*. Boston, MA: Springer, 1985, s. 485-524. ISBN 978-1-4613-2173-6.

OLSON, Paul L. a Michael SIVAK. Perception-Response Time to Unexpected Roadway Hazards. *Human Factors*. 1986, **28**(1), 96-99. DOI: <https://doi.org/10.1177/001872088602800110>.

PETRY, Nancy M. A Comparison of Young, Middle-Aged, and Older Adult Treatment-Seeking Pathological Gamblers. *The Gerontologist*. 2002, (42), 92-99.

QUIMBY, A.R. a G.R. WATTS. *Human Factors and Driving Performance: Transport Research Laboratory Report LR1004* [online]. 1. Crowthorne, Berkshire: Transport and Road Research Laboratory, 1981 [cit. 2019-11-10]. ISBN 0305-1293. Dostupné z: <https://trl.co.uk/sites/default/files/LR1004.pdf>

RÁBEK, Vlastimil. Vnímání a rozhodování účastníků silničního provozu - denní doba. PROPERUS s.r.o., Olomouc, 2014. str. 350. VPRA-SCP-2014-06-04.

Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice v roce 2018. *Policie ČR* [online]. 2018 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>

ROMOSER, Matthew R.E., Alexander POLLATSEK, Donald L. FISHER a Carrick C. WILLIAMS. Comparing the glance patterns of older versus younger experienced drivers: Scanning for hazards while approaching and entering the intersection. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* [online]. 2013, **15**(16), 104-116 [cit. 2019-11-23]. DOI: 10.1016/j.trf.2012.08.004.

SAMUEL, Siby, Yusuke YAMANI a Donald L FISHER. Large reductions are possible in older driver crashes at intersections. *Clinical and Experimental Optometry* [online]. 2016, **99**(5), 419-424 [cit. 2019-11-23]. DOI: 10.1111/cxo.12443. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/cxo.12443>

SCHÁNO, Martin. *Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích* [online]. Praha, 2017 [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/70446/F6-DP-2017-Schano-MartinDiplomova%20prace.pdf?sequence=1>. Diplomová práce. ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. Vedoucí práce Doc. Ing. Drahomír Schmodt, Ph.D.

SCHNEIDER, Craig A. *Older Driver Simulator Based Intersection Training: The Evaluation of Training Effectiveness and Simulator Sickness*. Amherst, 2015. Magisterská práce. University of Massachusetts.

SCHWARZE, Anke, Ingmar EHRENPFFORDT a Frank EGGERT. Workload of younger and elderly drivers in different infrastructural situations. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2014, (26), 102-115.

VAA, Truls. *Impairment, diseases, age and their relative risks of accident involvement: Results from meta-analysis*. R1.1. Oslo: Transportøkonomisk institutt, 2003. ISBN 82-480-0394-9.

VANCE, David E., Daniel L. ROENKER, Gayla M. CISELL, Jerri D. EDWARDS, Virginia G. WADLEY a Karlene K. BALL. Predictors of driving exposure and avoidance in a field study of older drivers from the state of Maryland. *Accident Analysis & Prevention*. 2006, (38), 823-831.

YAMANI, Yusuke, Siby SAMUEL, Luis Roman GERARDINO, Tracy ZAFIAN a Donald L. FISHER. Navigating Intersections: Examining Age-related Differences in Visual Scanning on a Driving Simulator. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* [online]. 2015, **59**(1), 1636-1640 [cit. 2019-11-23]. DOI: 10.1177/1541931215591354.

Zákon č. 155/1995 Sb. o důchodovém pojištění



## SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Vývoj populace 1997-2017 (Český statistický úřad, 2019) .....	18
Tab. č. 2: Vývoj věkové struktury držitelů ŘO 1997-2017 (Ministerstvo dopravy ČR, 2019).....	19
Tab. č. 3: Přehled nehod podle věku řidiče – viníka (Policie ČR, 2018) .....	19
Tab. č. 4: Vlivy zdravotních omezení na relativní riziko dopravní nehody (Vaa, 2003)...	24
Tab. č. 5: Časové úseky reakční doby (Bradáč, 1999).....	27
Tab. č. 6: Denní statistiky cestování starších Američanů (ECMT, 1998).....	34
Tab. č. 7: Profily probandů mladších 65 let (vlastní) .....	47
Tab. č. 8: Profily probandů starších 65 let (vlastní) .....	48
Tab. č. 9: Přehled probandů, kteří nezkontrolovali situaci za vozidlem při objíždění překážky na komunikaci (vlastní) .....	54
Tab. č. 10: Analýza pohledů do zpětného zrcátka při připojování do průběžného pruhu (vlastní) .....	55
Tab. č. 11: Analýza průměrného počtu pohledů do rizikových oblastí křižovatky při odbočování doleva z vedlejší komunikace (vlastní) .....	57
Tab. č. 12: Minimální a maximální hodnoty počtu pohledů u jednotlivých probandů při analýze průměrného počtu pohledů do rizikových oblastí křižovatky při odbočování doleva z vedlejší komunikace (vlastní) .....	57
Tab. č. 13: Porovnání řidičů v jednotlivých věkových skupinách, kteří neprovedli některý z kontrolních pohledů (vlastní) .....	60
Tab. č. 14: Porovnání průměrného počtu primárních a sekundárních pohledů do rizikových oblastí (vlastní).....	63
Tab. č. 15: Minimální a maximální hodnoty u průměrného počtu primárních a sekundárních pohledů do rizikových oblastí (vlastní) .....	64
Tab. č. 16: Přehled řidičů, kteří při manévru neprovedli kontrolní pohledy (vlastní) .....	64
Tab. č. 17: Přehled řidičů, kteří při manévru neprovedli kontrolní pohledy (vlastní) .....	69
Tab. č. 18: Průměrný počet kontrolních pohledů do rizikových oblastí (vlastní) .....	69

## SEZNAM GRAFŮ

Nenalezena položka seznamu obrázků.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Struktura obyvatelstva ČR k 31.12.1997 a 31.12.2017 (Český statistický úřad, 2019) .....	17
Obr. č. 2: Struktura držitelů ŘO 1997 (Ministerstvo dopravy ČR, 2019).....	21
Obr. č. 3: Struktura držitelů ŘO 2017 (Ministerstvo dopravy ČR, 2019).....	21
Obr. č. 4: Tradiční a alternativní rozdělení reakční doby, TON (okamžik objevení se podnětu v zorném poli řidiče), TF (okamžik fixace objektu okem), TEMG (okamžik aktivace svalů), TA (moment opuštění plynového pedálu), TB (moment sešlápnutí brzdového pedálu). (Bucsuházy, 2018).....	29
Obr. č. 5: Ukázky nízké (vlevo) a vysoké (vpravo) mentální zátěže (Cantin, 2009).....	32
Obr. č. 6: Střední rychlosti starších a mladších řidičů ve vzdálenosti 50 m a 100 m od křižovatek s nízkou a vysokou mentální zátěží. (Cantin, 2009) .....	33
Obr. č. 7: Střední hodnoty reakčního času starších a mladších řidičů na sekundární podnět při sezení v simulátoru. Polohy zleva: sed, jízda po rovině, křižovatka, předjíždění. (Cantin, 2009).....	33
Obr. č. 8: Navržení křižovatky pro odbočování vlevo (European Commission, 2015) .....	37
Obr. č. 9: Trasa měření s očíslovanými měřenými situacemi (Google Maps).....	39
Obr. č. 10: Měřená situace 1 (vlastní) .....	40
Obr. č. 11: Měřená situace 2 (vlastní) .....	41
Obr. č. 12: Měřená situace 3 (vlastní) .....	41
Obr. č. 13: Měřená situace 4 (vlastní) .....	42
Obr. č. 14: Měřená situace 5 (vlastní) .....	42
Obr. č. 15: Měřená situace 6 (vlastní) .....	43
Obr. č. 16: Měřící vozidlo Suzuki S-Cross (vlastní).....	44
Obr. č. 17: Proband s nasazeným měřícím zařízením při jeho kalibraci (vlastní) .....	45
Obr. č. 18: Kombinace snímání prostředí před probandem a očí před nastavením kamer a kalibrací (vlastní) .....	45

Obr. č. 19: Subjektivní hodnocení vlastních schopností a návyků; 1 = nejlepší, 5 = nejhorší (vlastní) .....	49
Obr. č. 20: Subjektivní hodnocení obtížnosti vybraných dopravních prostředí; 1 = nejsnazší, 5 = nejobtížnější (vlastní) .....	50
Obr. č. 21: Výsledky dotazníku o vyhýbání se vybraným dopravním situacím (vlastní) .	51
Obr. č. 22: Porovnání dob fixace situace za vozidlem ve zpětném zrcátku při objíždění překážky (vlastní) .....	54
Obr. č. 23: Porovnání dob fixace situace za vozidlem ve zpětném zrcátku při připojování do průběžného pruhu (vlastní) .....	56
Obr. č. 24: Porovnání průměrné doby fixace jednoho pohledu do rizikových míst křižovatky (vlastní) .....	58
Obr. č. 25: Porovnání průměrné celkové doby fixace rizikových míst v křižovatce (vlastní) .....	59
Obr. č. 26: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu doprava (vlastní).....	61
Obr. č. 27: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu do protisměru (vlastní) .....	61
Obr. č. 28: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu doleva (vlastní) .....	62
Obr. č. 29: Porovnání průměrné doby fixace jednoho pohledu do rizikových míst křižovatky (vlastní) .....	65
Obr. č. 30: Porovnání průměrné celkové doby fixace rizikových míst v křižovatce (vlastní) .....	66
Obr. č. 31: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu do protisměru (vlastní) .....	67
Obr. č. 32: Porovnání průměrných dob fixace jednoho primárního a jednoho sekundárního pohledu do levého zpětného zrcátka (vlastní).....	67
Obr. č. 33: Porovnání průměrné doby fixace jednoho pohledu do rizikových míst křižovatky (vlastní) .....	70
Obr. č. 34: Porovnání průměrné celkové doby fixace rizikových míst v křižovatce (vlastní) .....	70

## **SEZNAM ZKRATEK**

a..... zrychlení

s..... dráha

v ..... rychlost

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1: Dotazník pro získání informací o probandech

Příloha č. 2: CD

*PŘÍLOHA č. 1: DOTAZNÍK PRO ZÍSKÁNÍ INFORMACÍ O PROBÁNDECH*

Jste: MUŽ / ŽENA

Kolik Vám je let?

Jaké je vaše zaměstnání popř. čím jste se v životě živil/a? .....

Byl/a jste, nebo v současnosti jste řidič z povolání? .....

Máte nějaké zdravotní problémy, nemoci nebo omezení, které mohou snižovat schopnost řídit? (počítají se i brýle, naslouchátko apod.) Prosím, uveďte je:

.....

V jakém roce jste získal/a řidičské oprávnění skupiny B? .....

Měl/a jste předtím jiné řidičské oprávnění? Pokud ano, jaké a jak dlouho? .....

Jak často řídíte?

- a) Denně nebo téměř denně
- b) Několikrát do týdne
- c) Několikrát do měsíce
- d) Méně

Kolik kilometrů máte celkem v životě odřizeno (odhad)?

- a) méně než 10 tis. km
- b) 10-50 tis. km
- c) 50-100 tis. km
- d) 100-500 tis. km
- e) Více než 500 tis. km

<b>Z toho:</b>	Ve městě	Mimo město a dálnici	Na dálnici
Cca v procentech			

Kolik kilometrů ročně najedete (průměr posledních dvou let, odhad)?

- a) méně než 5 tis. km
- b) 5-10 tis. km
- c) 10-20 tis. km
- d) Více než 20 tis. km

Předvídání a řešení složitých dopravních situací zvládám:

- a) S velkými problémy (s předvídáním, řešením dopravních situací a řízením celkově)
- b) S problémy (s předvídáním, řešením dopravních situací a řízením celkově)
- c) Bez výrazných problémů (s předvídáním, řešením dopravních situací a řízením celkově)
- d) S lehkostí (předvídám, řeším dopravní situace a řídím)

e) S naprostou lehkostí (předvídám, řeším dopravní situace a řídím)

Ohodnoťte se v následujících dovednostech týkajících se řidičské výkonnosti na stupnici 1-5 (1 = nejlepší; 5 = nejhorší).

Ovládání auta	
Chování v provozu a přehled (celkový přehled, předjíždění, držení se v pruzích apod.)	
Znalost pravidel silničního provozu	
Plánování trasy (vhodný čas jízdy, plánování trasy pro podání optimálního výkonu)	

Ohodnoťte obtížnost řízení v následujících místech na stupnici 1-5 (1 = nejsnazší; 5 = nejobtížnější):

Ve městě se složitou dopravní sítí	
Silniční komunikace 1.-3. třídy, mimo město	
Na dálnici	

Vyhýbáte se některým dopravním situacím a podmínkám? Označte křížkem:

	<b>Nikdy</b>	<b>Spíše ne</b>	<b>Spíše ano</b>	<b>Vždy</b>
Jízda v dešti				
Jízda v noci				
V hustém provozu				
Jízda po dálnici				
<i>Potenciálně další??</i>				

Maximální povolenou rychlost:

- a) Nedodržuji
- b) Spíše nedodržuji
- c) Spíše dodržuji
- d) Dodržuji

Máte zkušenost s řízením vozu s automatickou převodovkou?

- a) Vůbec žádnou
- b) Vůz s automatickou převodovkou už jsem někdy řídil/a, ale převážně řídím vozy s manuální
- c) Řídím převážně vůz s automatickou převodovkou

d) Nikdy jsem neřídil/a vůz s manuální převodovkou

Co pro vás řízení znamená?

- a) Nutné zlo
- b) Běžná součást života
- c) Relax
- d) Hobby