



# 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

## ODKLON POZORNOSTI ŘIDIČE

DRIVER DISTRACTION

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Iveta Plucková

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Kateřina Bucsuházy, Ph.D.

BRNO 2021



# Zadání diplomové práce

Studentka:	<b>Bc. Iveta Plucková</b>
Studijní program:	Expertní inženýrství v dopravě
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	<b>Ing. et Ing. Kateřina Bucsuházy, 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:

## Odklon pozornosti řidiče

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

Při řízení mají zásadní vliv kognitivní funkce, zejména pozornost. Na účastníky silničního provozu působí řada rušivých vlivů, které mohou řidičovu pozornost negativně ovlivnit.

### **Cíle diplomové práce:**

Cílem diplomové práce bude analýza vlivu vybraných rušivých podnětů (např. kognitivní distrakce) na chování řidičů ve vybraných situacích.

### **Seznam doporučené literatury:**

Regan, Michael A.; Lee, John D.; Young, Kristie. Driver distraction: Theory, effects, and mitigation. CRC Press, 2008.

Regan, M.A., Hallet C., Gordon C.P. Driver distraction and driver inattention: relationship and taxonomy. Accident analysis and prevention 43. 1771 – 1781.

D'Addario, P. M.; Donmez B, Ising KW. EMG provides an earlier glimpse into the effects of cognitive distraction on brake motor response. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2014. p. 2200-2204.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.  
vedoucí odboru

---

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M.  
ředitel

### ***Abstrakt***

Diplomová práce se zabývá odklonem pozornosti řidiče. V první části je provedena literární rešerše z oblasti odklonu pozornosti při řízení. Jsou zde charakterizované jednotlivé metody měření distrakce. Analytická část čerpá z videozáznamů z jízdních zkoušek poskytnutých pro vypracování této diplomové práce. Výsledná data byla vyhodnocena za účelem zjištění doby fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu/extravilánu ve dne/v noci a následná komparace vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení.

### ***Abstract***

This thesis investigates the level of distraction while driving. The first part of the thesis is focused on the literature review in the field of distraction while driving. Several methods of measuring distraction while driving are being addressed here. The analytical part of the thesis draws on the video recordings of driving tests which were provided specifically for the purpose of this thesis. The resulting data were evaluated with goal to determine the time of visual fixation on traffic signs and advertising equipment in the urban area/non-urban area during the day/night and subsequent comparison of the visual perception of traffic signs and advertising equipment.

### ***Klíčová slova***

Distrakce, nepozornost, řidič, dopravní nehoda

### ***Keywords***

Distraction, inattention, driver, accident



### ***Bibliografická citace***

PLUCKOVÁ, Iveta. Odklon pozornosti řidiče. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127971>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor znaleství ve strojírenství, analýza dopravních nehod a oceňování motorových vozidel. Vedoucí práce Kateřina Bucsuházy.





### **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Odklon pozornosti řidiče jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom/a 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***

Ráda bych poděkovala paní Ing. et Ing. Kateřině Bucsuházy, Ph. D. za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a podnětné připomínky, které mi v průběhu zpracování diplomové práce poskytovala a také za poskytnutí videozáznamů z měření. Dále patří poděkování mé rodině za podporu a pomoc během celé doby studia.



# OBSAH

OBSAH .....	13
1 ÚVOD.....	15
2 SOUČASNÝ STAV / REŠERŠE .....	16
2.1  Distrakce.....	16
2.2  Typy distrakce .....	17
2.2.1  Vizuální distrakce .....	18
2.2.2  Kognitivní distrakce .....	20
2.2.3  Biomechanická distrakce .....	21
2.2.4  Sluchová distrakce.....	22
2.3  Způsoby měření distrakce.....	23
2.3.1  Laboratorní měření .....	23
2.3.2  Jízdní simulátory.....	23
2.3.3  Jízdní zkoušky.....	23
2.3.4  Naturalistické studie.....	24
2.3.5  Dopravní průzkum a observační studie.....	24
2.4  Metody měření distrakce.....	24
2.4.1  Periferní detekce úkolu .....	24
2.4.2  Eyetracking.....	25
2.4.3  Psychofyzilogické veličiny .....	26
2.4.4  Data z vozidla .....	26
2.5  Vliv světelných podmínek na chování řidiče .....	26
3 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ.....	28
4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ .....	29
4.1  Metody měření .....	29
4.2  Vyhodnocení naměřených dat .....	29
4.2.1  Charakteristiky popisné statistiky.....	30
5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ .....	32
5.1  Úsek měření .....	32
5.2  Testované osoby .....	32
5.3  Testovací vozidlo.....	33
5.4  Vymezení sledovaných podnětů.....	34
5.4.1  Dopravní značení.....	36
6 ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ .....	39

6.1	Dopravní značení .....	39
6.1.1	<i>Dopravní značení v intravilánu</i> .....	39
6.1.2	<i>Dopravní značení v extravilánu</i> .....	45
6.2	Reklamní zařízení .....	51
6.2.1	<i>Reklamní zařízení v intravilánu</i> .....	51
6.2.2	<i>Reklamní zařízení v extravilánu</i> .....	54
6.3	Porovnání typu podnětu – Dopravní značení/Reklamní zařízení.....	56
6.3.1	<i>V intravilánu</i> .....	56
6.3.2	<i>V extravilánu</i> .....	59
6.3.3	<i>Komplexní posouzení vizuálního vnímání sledovaných prvků</i> .....	63
7	DISKUZE .....	65
8	ZÁVĚR .....	67
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	69
	SEZNAM TABULEK.....	74
	SEZNAM GRAFŮ.....	75
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	76
	SEZNAM ZKRATEK .....	77

# 1 ÚVOD

Při řízení vozidla je velmi důležitá soustředěnost a pozornost řidiče na dění v okolí pozemní komunikaci. Avšak řidičova pozornost je při řízení ovlivňována rušivými elementy, které odklání pozornost od řízení a snižují schopnost včas zareagovat na potenciálně nebezpečné situace na pozemní komunikaci.

V okolí pozemní komunikace se nachází podněty, které mohou odvádět řidičovu pozornost od řízení. Jedním z hlavních podnětů, který má upoutat řidičovu pozornost je reklamní zařízení. V okolí pozemní komunikace se nachází mnoho typů a velikostně různých reklamních zařízení. V okamžiku, kdy řidiče při řízení vozidla upoutá pozornost na reklamní zařízení, dochází ke snížení koncentrace, a to může zvýšit pravděpodobnost vzniku dopravní nehody.

Pro bezpečné řízení vozidla musí řidič věnovat pozornost dopravnímu značení, které je důležité pro řízení a regulaci silničního provozu na pozemních komunikacích. Může se však setkat s velkým výskytem dopravního značení na jednom místě, které vede k odklonu pozornosti od řízení a tím se zvyšuje pravděpodobnost vzniku nehody.

Cílem diplomové práce je seznámit se s jednotlivými druhy distrakce, které vedou k odklonu pozornosti při řízení. Na základě realizovaného měření analyzovat vizuální vnímání prvků z okolí pozemní komunikace. Jako jsou důležité prvky při řízení – dopravní značení a prvky, které odklání pozornost od řízení – reklamní zařízení.

## 2 SOUČASNÝ STAV / REŠERŠE

### 2.1 DISTRAKCE

Distrakce neboli odklon pozornosti má napříč studii mnoho definic. Dle definice sestavené odborníky v rámci mezinárodní konference v Kanadě v roce 2015 je distrakce odklon pozornosti od primární činnosti, tj. od řízení vozidla k sekundární činnosti, např. pokud se řidič zaměřuje na předmět, osobu, činnost nebo událost nesouvisející s řízením. To může způsobit pomalou reakci a vést ke zvýšenému riziku vzniku nebezpečné situace až k nehodě [1].

Definicí distrakce se ve své knize zabýval Regan [2], kde sepsal definice, které se za posledních 20 let objevily. Definice popisují distrakci z hlediska vlivu na řízení nebo z hlediska činností, předmětů, které vedou k odklonu pozornosti. Distrakci obecně rozumíme jako sekundární činnost, která odvádí pozornost řidiče od řízení.

S distrakcí souvisí nepozornost. Regan [3] se ve své studii zabýval porovnáním těchto dvou pojmů. Máme dva pohledy, kdy jeden tvrdí, že distrakce je formou nepozornosti řidiče neboli podmnožina nepozornosti. Další autoři tvrdí, že distrakce řidiče se liší od nepozornosti řidiče. Příklad pro první úhel pohledu definoval Pettitt [4], který uvádí, že výsledkem distrakce je nepozorná jízda, i když nepozornost není vždy způsobená distrakcí. To znamená, že nepozornost může nastat bez přítomnosti distraktoru. Druhý úhel pohledu naznačuje, že mezi distrakcí a nepozorností existují určité charakteristiky, které tyto dva pojmy od sebe odlišují. Zásadní rozdíl je, že nepozornost nezahrnuje událost, aktivitu nebo předmět, které mají tendenci způsobovat odklon pozornosti od řízení [3].

Distrakce může být způsobena, když se řidič zabývá osobními záležitostmi, jedná se o distrakci interní. Může být také způsobena objekty nacházejícími se mimo vozidlo, pak se jedná o distrakci externí [4]. Tab. č. 1 představuje zdroje distrakce a jejich příklady.



Tab. č. 1 – Zdroje distrakce a jejich příklady (přeloženo z Regan [2])

Zdroje	Lokace zdroje	Úmyslnost	Proces	Projev
Objekt	Interní aktivita	Vynuceno zdrojem	Narušení kontroly	Zpožděná reakce
Osoba	Ve vozidle	Řidičova volba	Odvádění pozornosti	Snížená podélná a boční kontrola
Událost	Mimo vozidlo		Nevhodné zaměření pozornosti	Snížené povědomí o situaci
Aktivita				Snížené rozhodování. Zvýšení rizika nehody

## 2.2 TYPY DISTRAKCE

Typy distrakce lze definovat na základě toho, jakými sekundárními činnostmi se řidič zabývá. Distrakce je rozdělena do čtyř kategorií: vizuální, kognitivní, biomechanické a sluchové. Důležité je si uvědomit, že i když jsou to odlišné typy, mohou se vzájemně prolínat [4]. Kombinací vizuální a kognitivní složky se ve své studii zabýval např. Kaber [5], Liang [6], Zhang [7]. Karthaus [8] se ve své studii zaměřil na měření sluchové a vizuální složky distrakce. V rozsáhlé studii se Morgensternová [9] zabývala měřením 6 úkolů, které zahrnovaly vizuální, manuální či kognitivní distrakci. V Tab. č. 2 jsou uvedené příklady distraktorů včetně typu distrakce.

Tab. č. 2 – Zdroje distrakce v závislosti na typu

Distraktor	Typ distrakce
Zadávání adresy do navigace	Vizuální, manuální
Psaní textové zprávy	Vizuální, manuální, kognitivní
Ladění rádia	Vizuální, manuální
Hudba	Sluchová, možná i kognitivní
Billboardy	Vizuální
Přemýšlení	Kognitivní
Jídlo, pití	Manuální, vizuální
Používání navigace	Manuální, vizuální, sluchové, i kognitivní

### 2.2.1 Vizuální distrakce

Vizuální distrakce nastane, pokud řidič odvrátí pohled od vozovky a začne pozorovat jiný objekt (např. kontrola systému GPS, ladění rádia, reklamní billboardy u vozovky) [5]. Vizuální distrakci lze rozdělit do tří kategorií. První kategorie se týká zorného pole řidiče, kdy má omezený výhled (např. nálepky na čelním skle, neočištěné sklo nebo držáky pro mobilní telefon upevněné na čelním skle). Druhou kategorií vizuální distrakce jsou objekty odpoutávající pozornost řidiče (např. zadávání trasy do navigace, reklamní zařízení). Třetí kategorií je ztráta pozornosti řidiče [10].

Míru vizuální distrakce způsobenou sekundární činností lze měřit pomocí periferní detekce úkolů (PDT) (Olsson [11]). Dále lze měřit vizuální distrakci pomocí jízdního výkonu (Karthaus [8]) nebo pomocí zařízení eyetracker (Topolšek [12]).

Vizuální distrakci mohou způsobit různé sekundární činnosti (např. mobilní telefon, používání navigace, reklamní zařízení), avšak je potřeba podotknout, že se činnosti mohou prolínat například distrakcemi. Prvním zmíněným a zároveň nejběžnějším zdrojem distrakce při řízení je používání mobilního telefonu [13]. Při řízení používá mnoho řidičů mobilní telefon, i když je jeho použití v České republice zákonem upraveno – § 7, odstavec 1, písmeno c), zákona 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů [14], řidič nesmí „*při jízdě vozidlem držet v ruce nebo jiným způsobem telefonní přístroj nebo jiné hovorové nebo záznamové zařízení*“. Používání mobilního telefonu během řízení má za následek snížení povědomí o situaci na komunikaci a prodloužení reakční doby. Vliv mobilního telefonu na reakční dobu při řízení analyzoval ve své studii Choudhary [13], [15]. Autor porovnával kognitivní (konverzace pomocí telefonu) a vizuální složku (psaní textové zprávy) distrakce. Studie [13] se zúčastnilo celkem 100 probandů, kteří měli na jízdním simulátoru absolvovat jízdu na úseku dlouhém 3,5 km a provést 5 úkolů (bez použití telefonu, jednoduchá konverzace, složitější konverzace, psaní jednoduché textové zprávy, psaní složitější textové zprávy). Řidiči přitom měli reagovat na situaci podobnou událostem v reálném provozu. Bylo potvrzeno, že použití mobilního telefonu prodlužuje reakční dobu řidiče, odvádí vizuální pozornost od vozovky, což má za následek zvýšení variability polohy v jízdním pruhu. Podobných výsledků dosáhl ve své studii také Ortiz [16].

Dalším zdrojem distrakce může být navigační systém. Tento systém je jedním z nejčastěji používaných informačních systémů, které jsou integrované do vozidel. Distrakce způsobená navigačním systémem může být vizuální (sledování displeje), manuální (zadávání trasy), sluchová (poslouchání pokynů), či kognitivní (zaměření na pokyny). Vizuální distrakce souvisí zejména s fixací pohledu na displej [17]. Analýzou negativního vlivu navigačního systému se zabývalo mnoho studií. Bucsuházy [17] zkoumala vliv navigačního systému na vizuální chování řidiče v reálném provozu. Byla měřena celková doba odklonu pohledu od vozovky v závislosti na typu zpětného zrcátka a typu navigační úlohy. Ukázalo

se, že kombinace vizuálního a sluchového módu navigačního systému je vzhledem k bezpečnosti silničního provozu méně rušivá. Vizuální distrakce při použití navigačního systému zkoumal Kujala [18]. Vliv byl zkoumán na jízdním simulátoru pomocí eyetrackeru. Studie se zúčastnilo 16 probandů, kteří měli provést tři druhy úkolů. První sada úkolů byla na principu zadávání adresy do navigace a následném zahájení jízdy do cíle. Adresu bylo potřeba zadat ve 4 krocích (název země, města, ulice a číslo popisné). Druhou částí bylo nalézt dětský zábavní park poblíž aktuálního místa. Následovala druhá sada úkolů, která byla na principu ukládání do oblíbených, hledání a upravování destinací. Probandi měli za úkol uložit dvě adresy a následně u jedné adresy změnit její název. Třetí sada úkolů se týkala hledání podle kategorie. V tomto úkolu měli probandi najít pomocí kategorie „Jídlo a pití“ určitou restauraci, která se v seznamu otevřela na první straně, a nebylo potřeba rolování. Dále měli pomocí kategorie „Ubytování“ najít hotel, který museli pomocí rolování hledat. Ve studii bylo zjištěno, že zadávání textu pomocí klávesnice na dotykové obrazovce a rolování v seznamu bylo hlavním zdrojem vizuální distrakce. Zatímco jednoduché výběrové úkoly, zejména se známým cílem vedly k nejméně závažným rušivým účinkům. Vzhledem k výsledkům bylo doporučeno méně používat klávesnice na dotykové obrazovce nebo rolování seznamu při řízení.

Na vizuální pozornost má vliv i rychloměr, který se nachází v interiéru vozidla. Ve vozidlech se objevují převážně analogové rychloměry. S nástupem nových technologií se objevují i rychloměry digitální. François [19] se ve studii zabývá porovnáním rychloměrů (digitální, analogový a kombinovaný) a vlivem jednotlivých rychloměrů na vizuální distrakci. Měření probíhalo na jízdním simulátoru pomocí eyetrackeru. Při čtení rychlosti je digitální rychloměr efektivnější, méně vizuálně rušivý a přesnější. Naopak, pokud chceme zjistit, jestli rychlost klesá nebo stoupá, je vhodnější analogový rychloměr.

Z prostředí vozovky mohou také působit prvky, které odklání vizuální pozornost od řízení (např. reklamní zařízení). Obzvláště billboardy jsou díky své velikosti velmi nápadné a navrhované tak, aby upoutaly pozornost. Vliv elektronických billboardů na vizuální distrakci řidiče se zabýval Dukic [20]. Měření se zúčastnilo 41 probandů, kteří měli projet úsek dlouhý 40 km za denních i nočních podmínek. K měření byl využit eyetracker, pomocí kterého byla měřena doba fixace na billboard. Bylo zjištěno, že probandi měli výrazně větší počet fixací na elektronické billboardy ve srovnání s jinými značkami na témže úseku. Dále Hudák [21] se zabýval vlivem reklamních zařízení na odklon pozornosti. Pro měření byl vybrán úsek komunikace s velkým množstvím reklamních zařízení v okolí a zároveň se zvýšeným výskytem nehod. Při experimentu bylo měřeno chování řidiče, zejména jeho zrak pomocí eyetrackeru a mozková aktivita. Výsledky studie poukazují, že dlouhé pohledy na reklamní zařízení, které mohou trvat více než 0,75 sekund jsou pro řidiče nebezpečné. Odklon pozornosti se u dlouhých pohledů zvyšuje. Při měření EEG řidiče bylo zjištěno, že existence billboardů a reklamních zařízení může snížit ospalost. Příklad

dalších studií, které se zabývaly měřením vizuální pozornosti na reklamní zařízení je Costa [22] či Topolšek [12], který porovnával vliv reklamních zařízení a dopravního značení.

### 2.2.2 Kognitivní distrakce

Kognitivní distrakce nastane, když řidič přemýšlí o něčem, co přímo nesouvisí s řízením vozidla, např. konverzace na mobilním telefonu nebo plánování trasy [6].

Kognitivní distrakci lze měřit různými metodami. Důležitou metodou je měření pohybu očí pomocí eyetrackeru. Bylo zjištěno, že pokud je řidič ovlivněn kognitivní distrakcí má tendenci méně směřovat pohled do terénu a tím pádem také sníženou vnímavost kritických podnětů v prostředí vozovky (Kaber [5], Liang [6]). Tento jev se nazývá tunelové vidění. Tunelové vidění (viz Obr. č. 1) zahrnuje snížení počtu pohledů na boční zrcátka, zpětné zrcátko, na přístrojovou desku, a také na objekty důležité z hlediska bezpečnosti (jako jsou například přechody pro chodce). To má za následek, že řidič směřuje svůj pohled pouze do středu řidičské scény [23]. Kognitivní distrakci lze také měřit pomocí psychofyziologických veličin. Mezi měřenými veličinami může být měření mozkové činnosti pomocí EEG (Strayer [23]), nebo měření nástupu svalové aktivity pomocí EMG (D'Addario [24]).



Obr. č. 1 – Tunelové vidění [25]

Ukázalo se, že změny v jízdním výkonu spojené s kognitivní distrakcí jsou kvalitativně odlišné od změn souvisejících s vizuální distrakcí. Liang [6] prokázal, že kognitivní distrakce snižuje variabilitu polohy v jízdním pruhu, zatímco vizuální distrakce zvyšuje variabilitu polohy v jízdním pruhu. Měření kognitivní distrakce pomocí jízdního výkonu využil i Jin [26]. Dvanáct probandů provedlo 4 jízdy na jízdním simulátoru. První jízda byla pro seznámení se simulátorem. Druhá jízda byla bez sekundárního úkolu. Třetí jízda byla označena jako jízda s nízkou zátěží, kdy si měl proband promluvit s výzkumným pracovníkem. Poslední jízda byla s vysokou zátěží, kdy měl proband odpovídat na otázky inteligenčního

testu. Bylo zjištěno, že kognitivní distrakce ovlivňuje jízdní výkon řidiče. Ve studii Beede [27] bylo rovněž potvrzeno, že probandi při kognitivní distrakci neudržovali vozidlo v přímém směru.

Telefonování při řízení rovněž zatěžuje kognitivní kapacity řidiče, což má za následek odklon pozornosti od řízení. Dochází také k prodloužení doby reakce a tím se zvyšuje pravděpodobnost vzniku nehody [23]. Bylo zjištěno, že probandi nedokázali zpracovat řidičské prostředí a porušovali pravidla silničního provozu [27].

Při řízení může na řidiče působit kognitivní zátěž z prostředí mimo vozidla. To může zahrnovat prvky jako provoz, chodci a dopravní značení, z nichž každý přitahuje pozornost řidiče. Vyšší pracovní zátěž může ovlivnit schopnost řidiče sledovat tyto prvky. Hurtado [28] se zabýval vlivem dopravního značení ze tří různých zemí (Kanada, Německo a Čína). Probandi měli projet tři různé trasy, kde se postupně objevovalo dopravní značení ze tří různých zemí. Na jízdním simulátoru byl měřen jízdní výkon a pomocí eyetrackeru doba fixace pohledů. Ukázalo se, že delší doba fixace byla na složitě a pro probandy neznáme dopravní značení.

Měřením kognitivní distrakce se zabýval Strayer [23] ve své rozsáhlé studii. Studie obsahuje tři experimenty. První experiment sloužil jako kontrola, při které probandi provedli úkoly pouze v laboratorním testu. Ve druhém experimentu probandi provedli stejné úkoly na simulátoru jízdy a ve třetím úkolu probandi provedli ty stejné úkoly v reálném provozu. V každém experimentu bylo provedeno 8 úkolů. Pro měření zátěže se použilo měření reakční doby, měření psychofyziologických veličin, měření DRT (detection response task – laboratorní měření detekce podnětu a doby odezvy). Cílem studie bylo vytvořit systematický nástroj pro měření a porozumění kognitivnímu odklonu pozornosti při řízení. Nejnáročnější úkol pro kognitivní zátěž bylo řešení jednoduchých matematických problémů a zapamatování slov. Poté následoval program pro převod slov na text a telefonování.

### **2.2.3 Biomechanická distrakce**

Biomechanická distrakce zahrnuje situace, kdy řidič nemá jednu nebo dokonce obě ruce na volantě a manipuluje s předměty, které jsou uloženy ve vozidle a nesouvisí s řízením (např. ladění rádia, konzumace jídla a pití, kouření, hledání věcí v kabelce, držení telefonního přístroje v ruce).

Řidiči za jízdy nejvíce používají mobilní telefon, to způsobuje hlavně vizuální distrakci, ale má také dopad na biomechanickou složku. Dotyková gesta na displeji mobilního telefonu způsobují jak vizuální, tak i biomechanickou distrakci. Tyto dvě distrakce způsobují zhoršení jízdního výkonu. Kromě užívání mobilního telefonu, se mnoho řidičů za volantem i stravuje. Stravování během jízdy by mohlo mít podobné účinky na řidičský výkon, jaké způsobuje psaní textových zpráv. Atiquzzaman [29] využil jízdní simulátor pro porovnání dvou typů distraktorů – psaní textové zprávy a stravování za jízdy. 35 probandů absolvovalo 3 x 3 jízdy (jízda bez rozptýlení, dvě jízdy s rozptýlením). Bylo zjištěno, že psaní

textové zprávy vede k odklonu pozornosti více než u stravování za jízdy. Choudhary [30] ve své studii porovnával distrakci způsobenou jídlem, pitím a psaním textové zprávy při průjezdu křižovatkami. Studie analyzovala reakční dráhu a pravděpodobnost nehody při odklonu pozornosti. Reakční dráha i pravděpodobnosti nehody se významně zvýšila při jídle a pití ve srovnání s jízdou bez distrakce. Při psaní textové zprávy se pravděpodobnost nehody snížila, což může být důsledkem toho, že řidiči při jízdě snížili rychlost. Avšak reakční dráha ukázala, že řidiči při psaní textové zprávy, reagovali na provoz na hlavní komunikaci později. Louveton [31] se také zabýval porovnáním vizuální a biomechanické distrakce. Dvacet devět probandů bylo testováno na jízdním simulátoru, analyzovány byly 3 úkony na mobilním telefonu. Pro měření byl využit eyetracker, analyzován byl také jízdní výkon. Úkol, kde se mělo na mobilním telefonu scrollovat, byl nejnáročnější z hlediska vizuálně-biomechanické distrakce.

#### **2.2.4 Sluchová distrakce**

Sluchová distrakce nastává, když se řidič zaměřuje na sluchové signály, které nesouvisí s řízením (např. poslech hudby, telefonování, navigace, komunikace se spolujezdcí).

Poslech hudby při řízení má řadu výhod, např. snížení stresu nebo překonávání nudy a únavy. Mohou ale nastat i situace, kdy poslech hudby v potenciálně nebezpečném prostředí silničního provozu může vést ke vzniku nehody. I přes provedení mnoha studií prozatím nedošlo k jasnému zodpovězení, jestli je hudba nebezpečná pro řízení. Některé studie tvrdí, že hudba v autě podporuje výkon řidiče a zvyšuje soustředění. V opačném případě zpěv za jízdy zhoršuje jízdní výkon a významně snižuje vnímání [32]. Tématem poslechu hudby při řízení se zabýval Brodsky [32], konkrétně se ve své studii zaměřil na zpěv a poklepávání konečky prstů při řízení. Zjištění z této studie ukazují na fakt, že pokud se řidiči věnují hudební činnosti, tak je primární řidičský úkol zanedbán.

Porovnáním sluchové a vizuální distrakce se zabývala Karthaus [8]. Ve svém měření rozdělila do tří věkových skupin 89 probandů (v mladém, středním a starším věku), kteří se zúčastnili 6 měření prováděných na jízdním simulátoru. Účastníci měli tři sady úkolů (1. pouze vnímání; účastníci museli ignorovat všechny rušivé podněty, 2. obtížnější podmínky; museli reagovat na všechny rušivé podněty stisknutím tlačítka na volantu, 3. nejtěžší podmínky; reagovali buď na jména zemí anebo jména měst), které byly buď vizuální (znak města nebo země promítnutý na obrazovce) nebo sluchové (jména zemí nebo měst puštěné v reproduktoru). Při těchto úkolech účastníci reagovali na brzdové světlo vedoucího vozidla. Potvrdila se hypotéza, že vizuální rozptýlení je rušivější než sluchové.

## **2.3 ZPŮSOBY MĚŘENÍ DISTRAKCE**

Již dříve bylo zmíněno několik různých způsobů, kterými je možné analyzovat chování řidiče. Volba způsobu závisí na výzkumném týmu a na konkrétním typu měření. Pro měření distrakcí lze využít mnoha způsobů měření, například jízdního simulátoru nebo jízdních zkoušek v reálném provozu. Využívá se i naturalistická studie nebo dopravní průzkum.

### **2.3.1 Laboratorní měření**

Pro laboratorní měření se využívají jednoduché laboratorní přístroje, např. pro měření reakční doby, periferního vidění. Proband reaguje na optický nebo zvukový podnět sešlápnutím pedálu případně stisknutím tlačítka. Výhoda těchto zkoušek je jejich opakování. Nevýhodou je odtrženost od reálného provozu, ale i od řízení motorového vozidla [33]. Laboratorní měření využil Strayer [23], pro vytvoření základního měření kognitivní pracovní zátěže.

### **2.3.2 Jízdní simulátory**

Měření na jízdním simulátoru je metoda, která se vzhledem k typu simulátoru nejvíce podobá jízdě v reálném provozu. Proband ovládá stejné prvky jako při skutečné jízdě ve vozidle (tj. akcelerační, brzdový, při variantě s manuální převodovkou i spojkový pedál a volant) [34]. Simulátory lze rozdělit do dvou typů, a to základní simulátory a pokročilé simulátory. U pokročilých simulátorů se na rozdíl od základních simulátorů používá celé vozidlo. Osoba sedí v kokpitu vozidla a virtuální scéna je promítnuta na projekční plátna, která jsou umístěna před a po stranách vozidla. Výhodou těchto zkoušek je bezpečnost účastníků, opakovatelnost a měření nebezpečných situací (např. vliv alkoholu a drog) [35]. Jelikož měření na jízdním simulátoru nemusí představovat reálnou jízdu, tak je dobré ověřit výsledky jízdní zkoušky [7], [30]. Louveton [31] uvedl, že základní simulátory mohou snížit přesnost vnímání vzdálenosti mezi vozidly a řízení může způsobovat pouze nízkou duševní zátěž.

### **2.3.3 Jízdní zkoušky**

Pro potřeby jízdních zkoušek mohou být simulované různé situace. Jízdní zkoušky můžeme realizovat buď na zkušebních drahách, nebo v reálném provozu na veřejných komunikacích. Výhodou experimentů na zkušebních drahách je opakovatelnost experimentů a bezpečnost účastníků. Při jízdě v reálném provozu můžeme rovněž navodit různé situace, ty ale mohou být pro účastníky více nebezpečné, a jde zde mnohem komplikovanější zajistit opakovatelnost [13], [34].

### **2.3.4 Naturalistické studie**

Naturalistická studie se používají pro sledování běžného chování řidiče v delším časovém intervalu. Ve vozidle mohou být zapojené kamery, pomocí kterých je analyzováno chování řidiče, případně i manévry vozidla.

Studie Kuo [36] sledovala pracovníky směnného provozu během dojíždění do práce a zpět. Účastníci měli k dispozici vozidlo vybavené monitorovacím systémem. Systém sledoval, zda je pozornost řidiče směřována na vozovku, mimo vozovku, nebo do interiéru vozidla. Tato technologie může pomoci při různých studiích zaměřených například na rozptýlení nebo chování řidiče. U řidičů byla zkoumána ospalost a bylo zpozorováno, že pohledy mimo vozovku se zvyšovaly s ospalostí.

### **2.3.5 Dopravní průzkum a observační studie**

Dopravní průzkum se využívá pro získávání dat o dopravním chování osob v daném území a časovém intervalu. Výhodou může být počet oslovených lidí a následné získání velkého množství dat, dále také nízká časová a finanční náročnost. Odpovědi mohou být zkreslené, respondenti sdělují pouze svůj individuální pohled a mohou odpovídat i lživě. Backer-Grøndahl [37] využila dotazníkové šetření ve své studii, kde se zabývala rizikem nehody při telefonování. Oslovila 33 706 osob, které nahlásily nehodu pojišťovně. Na dotazník odpovědělo pouze 6 111 osob a z toho bylo použito pouze 4 307 odpovědí. Bylo potvrzeno, že telefonování za jízdy je spojeno se zvýšeným rizikem nehody. Nebyl zjištěný výrazný rozdíl mezi hands-free a mobilním telefonem, ale pro jednoznačné závěry je zapotřebí provedení rozsáhlejší studie.

Observační studie přímo sleduje účastníky provozu. Lze využít pro sledování odklonu pozornosti řidičů při řízení (např. používání mobilního telefonu, kouření nebo stravování při řízení). Observační studii využil např. Vollrath [38].

## **2.4 METODY MĚŘENÍ DISTRAKCE**

Pro analýzu odklonu pozornosti lze využít mnoho metod a jejich výběr se odvíjí od zvoleného přístupu analýzy. V následující kapitole budou představeny vybrané metody.

### **2.4.1 Periferní detekce úkolu**

Winsum a kol. (1999) vyvinuli tuto metodu za účelem změřit pracovní zátěž řidiče. Periferní detekce úkolu (PDT) je metoda pro měření míry duševní zátěže řidiče a vizuální distrakce ve vozidle. U PDT musí řidiči reagovat na náhodné cíle prezentované v jejich periferním pohledu. Při distrakci reaguje řidič pomaleji a mívá více cílů PDT [11].



Měřením vizuální a kognitivní distrakce pomocí PDT se zabýval ve své studii Olsson [11]. Třináct účastníků při jízdě po dálnici a komunikaci mimo dálnici měli 3 úkoly (naladit frekvenci na rádiu, pustit CD a počítat pozpátku). Během těchto úkolů měli zaznamenat rozsvícení červeného světla, které se jim ukazovalo v periferním poli řidiče. Výsledkem této studie bylo, že reakční doba byla významně vyšší u počítání pozpátku a úloze s CD. Autorem studie bylo v závěru uvedené, že je metoda PDT dobrým nástrojem pro měření vizuální distrakce a mentální zátěže řidiče, ale je zapotřebí dalších výzkumů pro ověření metody pro více rozptylujících podnětů.

## 2.4.2 Eyetracking

Eyetracking je metoda pro sledování pohybu oka. Pro měření se používá přístroj zvaný eyetracker. Dvě hlavní veličiny, které se nejčastěji měří jsou fixace a sákada. Fixace nastane, když se oko zaměřuje na konkrétní oblast. Doba trvání fixace závisí na složitosti oblasti vidění a kognitivní zátěže. Sákada, neboli sakadický pohyb oka je rychlý pohyb z jednoho bodu fixace do bodu druhého. Jedná se o nejrychlejší pohyb lidského těla a trvá asi 30–80 ms. [39], [40].

V současné době funguje eyetracker jako mobilní zařízení. Nejvíce se využívají eyetrackery založené na odrazech infračerveného světla od jednotlivých částí oka. Infračervené světlo se využívá z důvodu absence vlivu na změnu velikosti zornice [40].

Metodu eyetrackingu lze také využít pro analýzu vizuálního vnímání účastníků silničního provozu, zejména řidičů (např. počet pohledů a délka fixace na rozptylující podnět). Eyetracker lze použít pro analýzu vnímání dopravního prostředí. Vetturi [40] využil metodu eyetrackeru pro měření pozornosti a doby fixace na určité předměty v městském prostředí při slunečném i deštivém počasí. Ukázalo se, že doba fixace závisí na konkrétním předmětu pozorování a nezávisí na typu silnice a rychlosti. Lze také využít pro vizuální vnímání dopravního značení např. Hurtado [28] nebo reklamních zařízení.

Měření pomocí eyetrackeru využila Topolšek [12]. Ve své studii se zabývala měřením detekce silničního dopravního značení a reklamních zařízení. Sedmnáct probandů mělo za úkol projet 10km úsek v městské části. Na trase bylo celkem 87 prvků, konkrétně 56 dopravních značek a 31 reklamních zařízení. Tyto prvky byly během analýzy pozorovány z jízdních údajů získaných pomocí eyetrackeru. Řidiči, kteří zpozorovali více dopravních značek, tak zároveň zpozorovali i více reklamních zařízení. To může mít za následek, že řidiči nedokážou rozlišovat mezi silničními prvky. Eyetracker se často využívá pro měření míry distrakce (např. [5], [18], [19], [31]).

### 2.4.3 Psychofyzilogické veličiny

Pro analýzu chování řidičů lze využít snímání celé řady fyziologických veličin, zejména s využitím elektroencefalografie (EEG), elektrokardiografie (EKG), elektrookulografie (EOG), elektromyografie (EMG) a dalších. Data mohou poskytnout informace o psychickém stavu řidiče, úrovni únavy, stresu, nebo pohybu končetin řidiče [24].

Pro snímání mozkové činnosti na reakci na potenciálně kritické události (např. brzdová světla vedoucího vozidla) využil Strayer [23] EEG. Použitím této techniky zjistil, že mozková aktivita spojená se zpracováním informací nezbytných pro bezpečný provoz vozidla byla potlačena, pokud řidič telefonoval.

Analýzu motorické odezvy lidského těla, konkrétně snímání pohybu svalů dolních končetin (EMG) využila D'Addario [24]. Měření na jízdním simulátoru se zúčastnilo 6 probandů, u nichž byla analyzována kognitivní distrakce. Probandi měli reagovat na rozsvícení LED diody rychlým přesunutím dolní končetiny z pedálu akceleračního na brzdový pedál. Nebyl nalezen významný rozdíl v pohybu dolní končetiny při kognitivní zátěži. Vlivem kognitivní distrakce došlo k prodloužení reakční doby.

### 2.4.4 Data z vozidla

Z vozidla nebo jízdního simulátoru můžeme zjistit provozní údaje, a to zejména rychlost vozidla, otáčky motoru, natočení volantu, polohu pedálů, polohu vozidla a mnoho dalších. Tato data můžeme získat např. z řídicí jednotky vozidla, externích senzorů, GPS. Získané data lze využít pro analýzu chování řidiče.

Data o pohybu vozidla byla využita v mnoha studiích. Např. Beede [27] využil pro měření rychlosti nebo schopnosti řidiče udržet se v jízdním pruhu, Liang [6], Hurtado [28], Morgenstern [9] také měřili schopnost řidiče se udržet v jízdním pruhu.

## 2.5 VLIV SVĚTELNÝCH PODMÍNEK NA CHOVÁNÍ ŘIDIČE

Jízda za snížené viditelnosti, konkrétně část dne mezi soumrakem a svítáním je doba, kdy účastníci provozu dostatečně nerozeznávají jiná vozidla, osoby a předměty na pozemních komunikacích. Vozidla tak musí mít rozsvícené předepsané osvětlení v tomto období, aby bylo pro ostatní účastníky provozu viditelnější. Cyklisté a chodci by naopak na těle měli mít reflexní prvky, včetně příslušného osvětlení cyklistů, aby byli pro vozidla na pozemní komunikaci lépe rozpoznatelní. Při snížené viditelnosti jde z kratší vzdálenosti vidět i dopravní značení, které je opatřené reflexní fólií [41].

Madleňák [42] se ve své studii zabýval sledováním dopravního značení a reklamního zařízení v reálném provozu ve dne/v noci. Měření se zúčastnilo 5 probandů, u kterých se pomocí eyetrackeru měřil počet fixací. Na měřené komunikaci dlouhé 14 km se nacházelo 174 billboardů a 150 dopravních

značení. Bylo zjištěno, že při noční jízdě se počet fixací na dopravní značení snížil o 38,5 % v porovnání s jízdou ve dne. Dopravní značení bylo vybaveno reflexními prvky, které by měly zajistit stejnou viditelnost jako během dne. U billboardů byl počet fixací o 81,7 % vyšší během dne. Tento pokles je způsobený absencí reflexních prvků na billboardu. Dukic [20] analyzoval vliv elektronických billboardů na odklon pozornosti v rámci měření ve dne a v noci. Ve studii nebyl zjištěn žádný rozdíl mezi dnem a nocí. Teoreticky by se mohlo předpokládat, že elektronické billboardy by měly být nápadnější, protože jsou v noci jasnější než během dne. Z výsledků studií lze říct, že u reklamních zařízení záleží, jaké je jejich provedení.

### **3 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ**

Na základě vypracované rešeršní části byly vybrány prvky, které ovlivňují chování řidiče a působí na něj z okolí pozemní komunikace. Dopravní značení a reklamní zařízení jsou podněty z okolí pozemní komunikace, které vyžadují vizuální pozornost řidiče. Cílem reklamního zařízení je informovat spotřebitele, zvýšit zisky plynoucí z různých produktů, popřípadě propagovat osobnosti, či politické strany. Reklamní zařízení přitahuje pozornost většiny účastníků dopravního provozu a stává se nebezpečným prvkem v okolí pozemní komunikace. Oproti tomu dopravní značení musí řidiči při řízení vnímat. Dopravní značení je důležité pro řízení a regulaci silničního provozu na pozemních komunikacích a je tedy nutnou součástí provozu na pozemních komunikacích. Proto tyto dva uvedené prvky byly vybrány pro komparaci.

Cílem diplomové práce je provést analýzu dat vizuálního vnímání prvků ke vztahu k rozdílným podmínkám ve dne a v noci. Na základě naměřených videí pomocí eyetrackeru, určit dobu fixace na dopravní značení a reklamní zařízení. Výsledná data následně použít pro komparaci vizuálního vnímání dob fixace na dopravní značení a reklamního zařízení v intravilánu/extravilánu ve dne a v noci.

## 4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ

### 4.1 METODY MĚŘENÍ

Pro měření vizuálního vnímání řidičů se využívá metody eyetrackingu. Jedná se o proces měření využívaný pro monitorování očních pohybů.

Pro měření směru pohledu probandů byl použit binokulární eyetracker Dikablis Glasses (Obr. č. 2). Zařízení umožňující binokulární sledování očí, tedy je vybaveno 2 očními kamerami, které umožňují snímat současně obě oči řidiče. Zařízení je součástí sady pro testování vozidel Vehicle testing kit (VTK) od společnosti Ergoneers (Obr. č. 3), které nabízí synchronní záznam dat z eyetrackeru, dat z vozidla a mnoho dalších dat, které umožňují detailnější analýzu vnímání řidiče [43], [44].



Obr. č. 2 – Eeyetracker Dikablis Glasses [43]



Obr. č. 3 – Vehicle testing kit [44]

### 4.2 VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH DAT

Pro výpočet dob fixace na dopravní značení nebo reklamní zařízení během jednotlivých jízd, bylo nutné analyzovat videozáznamy po jednotlivých snímcích (tzv. frame to frame). Byly zaznamenávány všechny pohledy, které směřovaly na vybrané prvky. Pro každý pohled byl zaznamenán čas počátku přesunu pohledu (Obr. č. 4), čas počátku fixace (Obr. č. 5), čas konce fixace (Obr. č. 6) a čas konce přesunu pohledu (Obr. č. 7). Data odečtená z videozáznamu byla dále zpracována za účelem vyhodnocení v prostředí software Microsoft Office Excel. Z těchto výsledků lze zpracovat základní doby fixace na jednotlivé prvky. Následně byla data zpracována pomocí vybrané charakteristiky popisné statistiky.



Obr. č. 4 – Počátek přesunu pohledu [vlastní]



Obr. č. 5 – Počátek fixace [vlastní]



Obr. č. 6 – Konec fixace [vlastní]



Obr. č. 7 – Konec přesunu pohledu [vlastní]

#### 4.2.1 Charakteristiky popisné statistiky

**Aritmetický průměr** je nejčastěji používaný druh středních hodnot, který je definován jako úhrn hodnot statistického znaku dělený rozsahem souboru [45].

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

**Směrodatná odchylka** je definovaná jako druhá odmocnina z rozptylu. Jedná se o míru rozptylu statistického souboru kolem průměru [45].

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

**Medián** je hodnota, která dělí vzestupně seřazené hodnoty statistického souboru na dvě stejné poloviny [45].

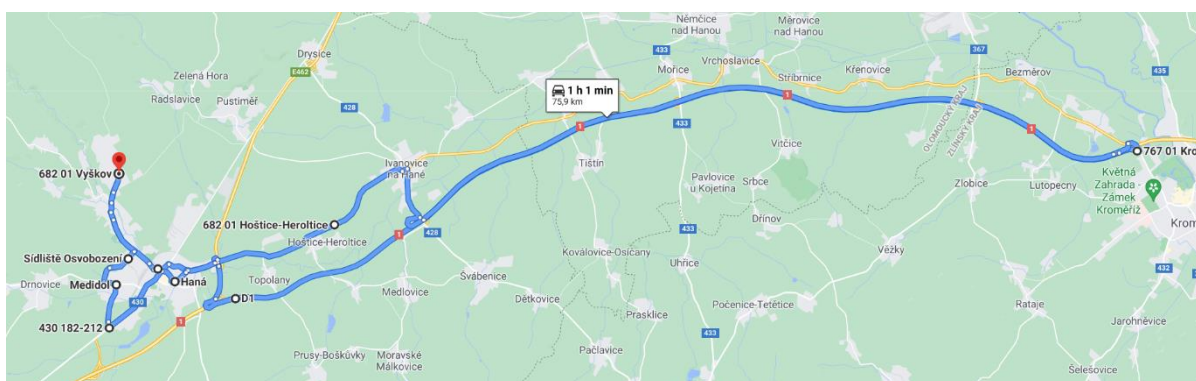
**Kvartily** jsou hodnoty, které od sebe oddělují čtvrtiny vzestupně seřazených hodnot souboru. Máme celkem tři kvartily. **První kvartil** je hodnota, která odděluje první čtvrtinu hodnot od souboru. **Druhý kvartil** je již uvedený medián a **třetí kvartil** je hodnota, která odděluje první tři čtvrtiny hodnot od poslední čtvrtiny [45].

## 5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ

Z důvodu protiepidemiologických opatření nebylo možné zrealizovat vlastní měření. Z tohoto důvodu byla poskytnuta sada naměřených jízdních zkoušek, která byla realizována ve třech dnech a to 20. 7. 2020, 1. 9. 2020 a 14. 9. 2020 v denních a nočních hodinách.

### 5.1 ÚSEK MĚŘENÍ

Pro jízdní zkoušky byla zvolena trasa dlouhá 75 km (viz. Obr. č. 8). Trasa začínala v obci Vyškov na ulici V. Nejedlého a pokračovala na ulici nám. Svobody, Dědická, 9. května, Havlíčkova, Dukelská, Žižkova a na ulici Kroměřížská, kde se dále řidiči připojili na dálnici D1. Po dálnici D1 řidiči pokračovali ve směru na Kroměříž až ke sjezdu 258. km Kroměříž, kde najeli zpět na dálnici směr Brno. Řidiči pokračovali ke sjezdu 236. km, kde sjeli z dálnice a pokračovali do Vyškova přes obec Ivanovice na Hané. Ve Vyškově jeli řidiči po ulici Kroměřížská, dále přes ulici Tyršová, Dvořáková, Brněnská, Nosálovská, Purkyňova, Sídl. Osvobození na ulici Dědická a zpět k výchozímu místu.



Obr. č. 8 – Plánek trasy [46]

Na měřeném úseku probíhaly práce na silnici v ulici Kroměřížská ve dnech 1.9.2020 a 14.9.2020 a na ulici nám. Svobody ve dne 14.9.2020

### 5.2 TESTOVANÉ OSOBY

Pro analýzu byla využita data z jízdních zkoušek realizovaných v rámci projektu TAČR TL01000216, Komplexní fyziologické monitorování řidiče s ohledem na psychologické faktory ovlivňující chování při jízdě. Pro účely projektu byli osloveni řidiči ve věku 26-50 let, kteří jsou aktivní řidiči a mají alespoň pětiletou zkušenost s řízením. Všichni řidiči měli rovněž zkušenosti s řízením vozidla s automatickou převodovkou. Žádný z řidičů neměl zrakové nebo sluchové postižení. Za účely analýzy vizuálního vnímání bylo vybráno 5 jízd ve dne a 5 jízd v noci.



### 5.3 TESTOVACÍ VOZIDLO

Jízdní zkoušky probíhaly na testovacím vozidle Ústavu soudního inženýrství VUT značky BMW 530 xD (Obr. č. 9). Vozidlo je vybavené nejmodernějšími prvky aktivní a pasivní bezpečnosti jako je např.: asistent jízdy v pruzích, noční vidění, asistent dopravního značení, systém upozornění na nebezpečí kolize, adaptivní tempomat, systém hlídání mrtvého úhlu aj.



Obr. č. 9 – Testovací vozidlo [47]

Ke zkoumání a vyhodnocování dat – směr pohledu, vzdálenost od vozidel, či chodců, vozidlová data, poloha vozidla pomocí GPS, fyziologická data a dění ve vozidle pomocí kamer a mikrofonů, je vozidlo vybavené zařízením VTK pro měření chování řidiče od společnosti Ergoneers (Obr. č. 10, Obr. č. 11) [48].



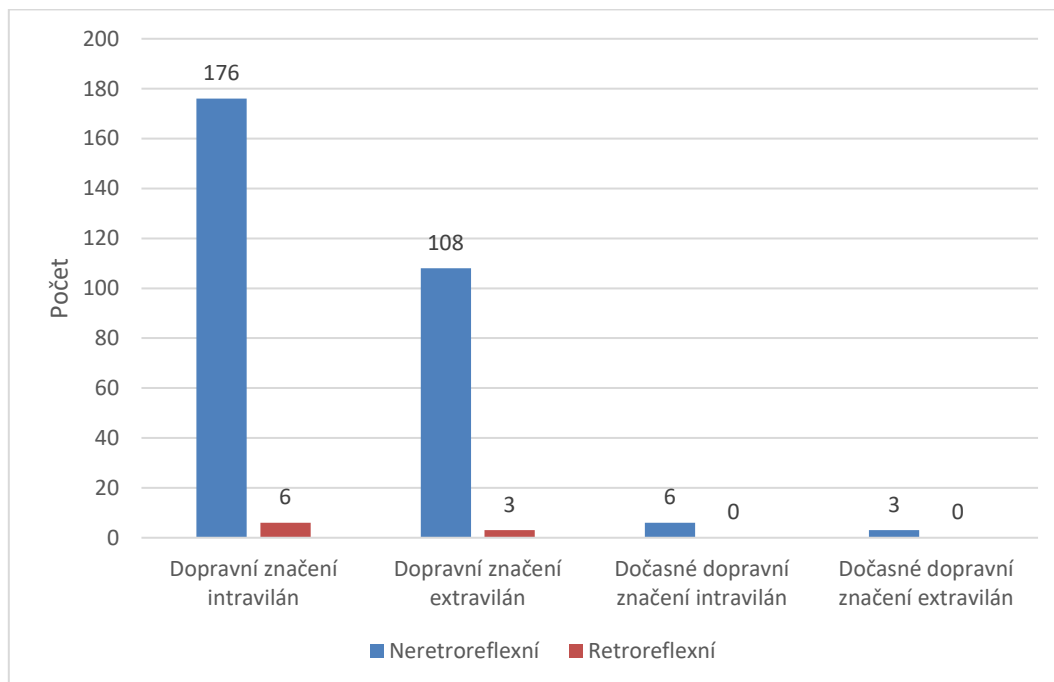
Obr. č. 10 – Řidič s eyetracker Dikablis Glasses [49]



Obr. č. 11 – Vehicle testing kit [49]

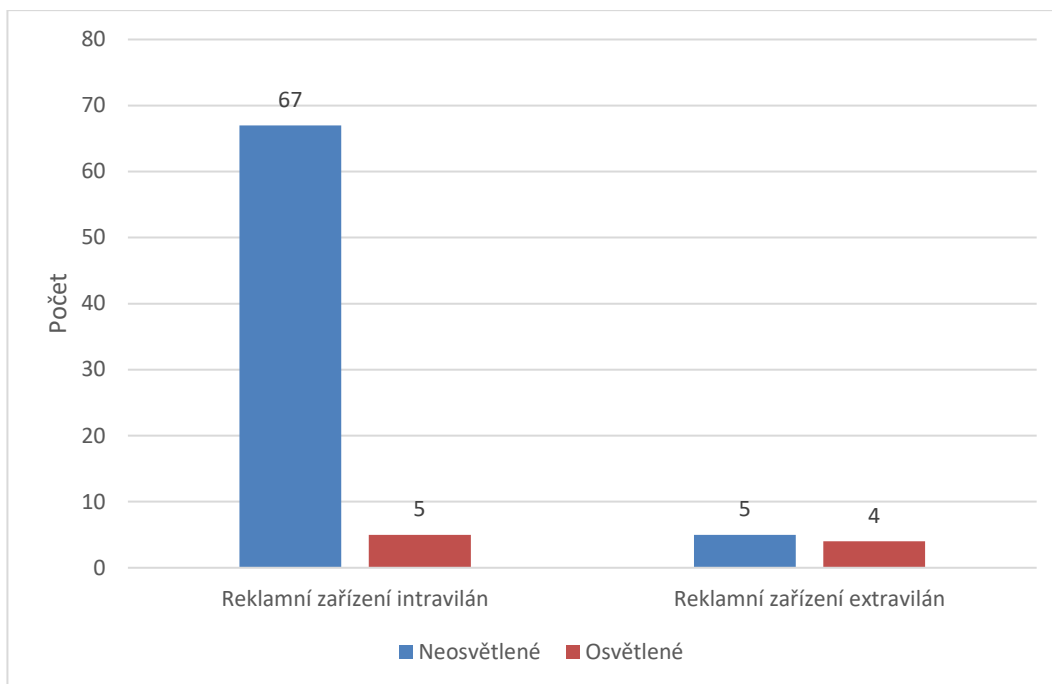
## 5.4 VYMEZENÍ SLEDOVANÝCH PODNĚTŮ

Pro analýzu dob vizuálního vnímání bylo vybráno dopravní značení a reklamní zařízení. Na měřeném úseku se nacházelo celkem 293 dopravních značení (Graf č. 1) a 81 reklamních zařízení (Graf č. 2). Ve dvou měřících dnech probíhaly práce na pozemní komunikaci, díky kterým přibylo 11 dopravních značení navíc.



Graf č. 1 – Dopravní značení na měřeném úseku

Dopravní značení (Graf č. 1) se nacházelo převážně v intravilánu – celkem 182 dopravních značek, z toho bylo 6 retroreflexních. V extravilánu se nacházelo celkem 111 dopravních značení a z toho byly 3 retroreflexní. Dočasné dopravní značení se nacházelo převážně v intravilánu.



Graf č. 2 – Celkový počet reklamních zařízení na měřeném úseku

Obdobně jako v případě dopravního značení, také reklamní zařízení (Graf č. 2) se nacházelo převážně v intravilánu, a to celkem 72 reklamních zařízení, přičemž pouze 5 bylo osvětlených. V extravilánu se nacházelo na měřeném úseku pouze 9 reklamních zařízení, přičemž 4 byly osvětlené.

Z důvodu malého vzorku fixace na reklamní zařízení, nebylo uvažováno rozdělení do kategorií. V okolí pozemní komunikace se vyskytovaly převážně reklamní zařízení typu board, reklamní zařízení na sloupě veřejného osvětlení, reklamy na budově, či reklamy čerpacích stanic. Na Obr. č. 12 až Obr. č. 17 se nachází ukázky pohledů na typy reklamního zařízení, kde červený terčík znázorňuje, kam směřuje pohled řidiče.



Obr. č. 12 – Statický billboard [vlastní]



Obr. č. 13 – Reklama umístěná na plotě [vlastní]



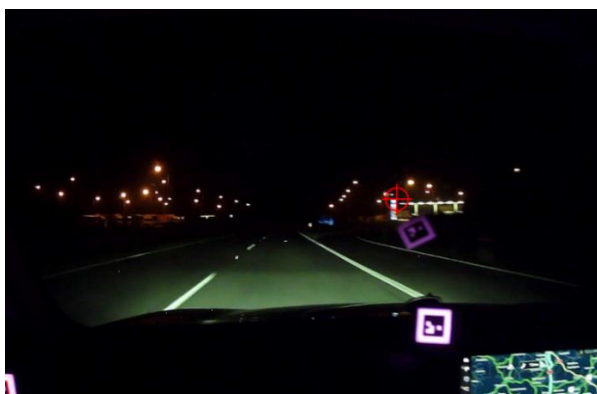
Obr. č. 14 – Reklamní poutače na sloupe veřejného osvětlení [vlastní]



Obr. č. 15 – Reklamy na budově [vlastní]



Obr. č. 16 – Čerpací stanice [vlastní]

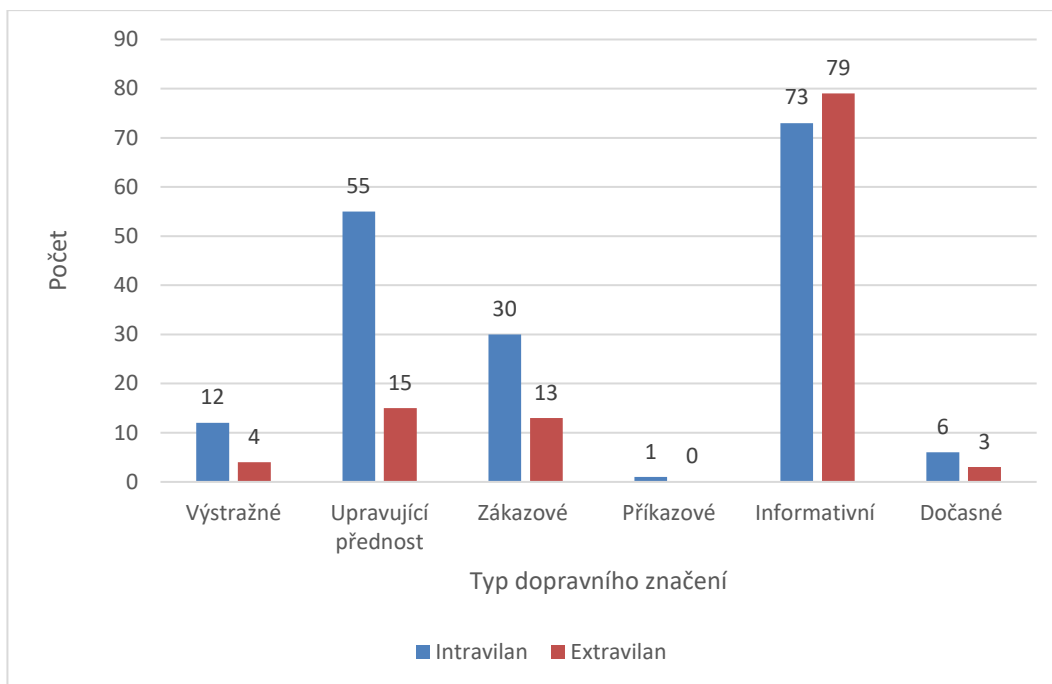


Obr. č. 17 - Reklamní zařízení v noci [vlastní]

### 5.4.1 Dopravní značení

Dopravní značení bylo rozdělené do 6 kategorií, a to výstražné, upravující přednost, zákazové, příkazové, informativní a dočasné dopravní značení.

Nejfrekventovanější bylo informativní dopravní značení, které bylo 73krát v intravilánu a 79krát v extravilánu. Do této kategorie je zahrnuté dopravní značení, které se nachází na dálnici, jako je směrová návěst nebo návěst před odpočívkou. Další významnou skupinou je dopravní značení upravující přednost v jízdě, které se nachází v intravilánu 55krát a v extravilánu 15krát. Nejméně početní skupinou je příkazové dopravní značení. Skupina osahuje pouze jedno dopravní značení v intravilánu. (viz Graf č. 3)



Graf č. 3 – Dopravní značení

Dopravní značení, které bylo umístěné pod sebou, bylo vyhodnocené jako jeden podnět. Jednalo se většinou o dopravní značení upravující přednost. Ve výzkumu nebyla analyzována světelná signalizace, z důvodu doby pohledu řidiče na signalizaci, která je pro analýzu nevypovídající. Na Obr. č. 18 až Obr. č. 23 se nachází ukázky pohledů na jednotlivé skupiny dopravního značení.



Obr. č. 18 – Výstražné dopravní značení [vlastní]



Obr. č. 19 – Dopravní značení upravující přednost [vlastní]



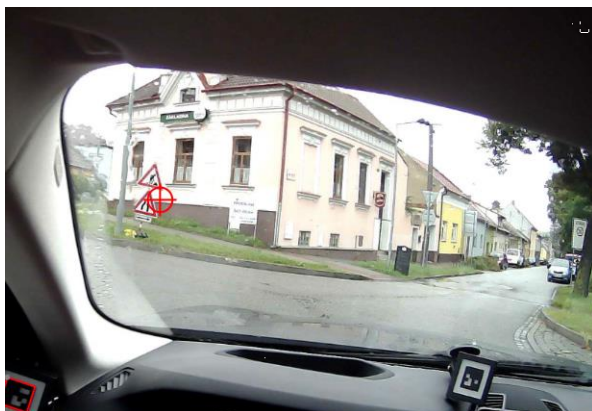
Obr. č. 20 – Zákazové dopravní značení [vlastní]



Obr. č. 21 – Příkazové dopravní značení [vlastní]



Obr. č. 22 – Informativní dopravní značení [vlastní]



Obr. č. 23 – Dočasné dopravní značení [vlastní]



Obr. č. 24 – Retroreflexní dopravní značení [vlastní]



Obr. č. 25 – Dopravní značení v noci [vlastní]

Na Obr. č. 24 je pohled řidiče na retroreflexní dopravní značení a na Obr. č. 25 je pohled řidiče na dopravní značení v noci.

## 6 ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ

Kapitola je zaměřená na analýzu vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení. Výsledky byly rozdělené do tří základních kapitol. První kapitola se zabývá vyhodnocením dat vizuálního vnímání dopravního značení. Další kapitola se věnuje vyhodnocením dat vizuálního vnímání reklamních zařízení. V poslední kapitola se nachází komparace dat vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení.

Analýza dat je zaměřená na hodnocení dat vizuálního vnímání dopravního značení/reklamního zařízení. Z tohoto důvodu byly sloučené pohledy od probandů, a tudíž neuvažují rozdíly mezi jednotlivými probandy.

### 6.1 DOPRAVNÍ ZNAČENÍ

Kapitola je rozdělena na dvě části, které jsou zaměřené na analýzu dat vizuálního vnímání dopravního značení. První část se věnuje dopravnímu značením v intravilánu a druhá část se naopak věnuje dopravnímu značením v extravilánu.

#### 6.1.1 Dopravní značení v intravilánu

První část se věnuje dopravnímu značení vyskytující se v intravilánu. Na jedné trase se nachází celkem 182 dopravních značek. Prvně budou analyzována data vizuálního vnímání dopravního značení ve dne, následovat bude analýza noční jízdy a poslední část je tvořena komparací den a noc v intravilánu.

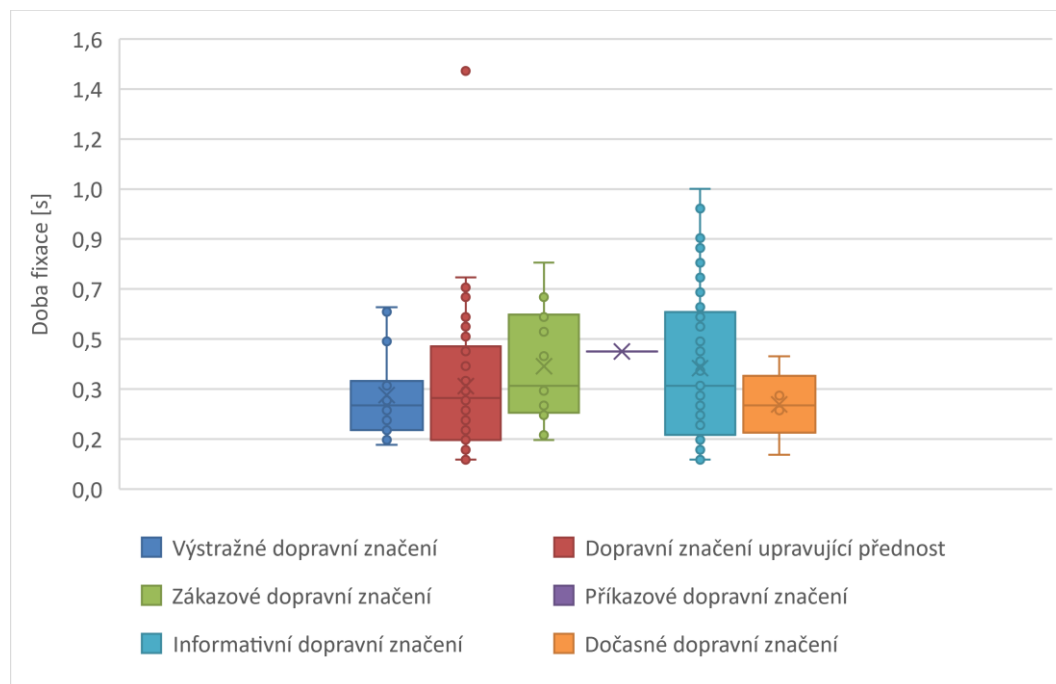
##### ***Den***

Na měřeném úseku v intravilánu ve dne byla nejvyšší průměrná doba fixace na zákazové dopravní značení a to 0,43 s. Průměrné doby fixace se na dopravní značení pohybovaly mezi 0,29 s až 0,43 s. Z hlediska procentuálního podílu četnosti dob fixace na jednotlivé typy dopravního značení v intravilánu ve dne bylo nejvíce dob fixace na dočasné a výstražné dopravní značení, a to pro obě skupiny 13 %. Z hlediska podílu počtu fixací na celkový počet dopravních značení bylo nejvíce fixací na informativní dopravní značení a to 2,0 %. Příkazové dopravní značení se nacházelo na jednom měřeném úseku pouze jednou, z toho vyplývá, že bylo málo fixací na toto dopravní značení. V Tab. č. 3 je uvedeno statistické vyhodnocení dat z měření v intravilánu ve dne.

Tab. č. 3 - Dopravní značení v intravilánu – den

Intravilán den	Dopravní značení					
	výstražné	upravující přednost	zákazové	příkazové	informativní	dočasné
Průměrná doba fixace [s]	0,33	0,33	0,43	-	0,42	0,29
Směrodatná odchylka [s]	0,15	0,18	0,19	-	0,26	0,11
Medián [s]	0,29	0,31	0,36	-	0,36	0,29
První kvartil [s]	0,20	0,17	0,26	-	0,19	0,20
Třetí kvartil [s]	0,37	0,49	0,60	-	0,61	0,39
Min [s]	0,15	0,1	0,17	-	0,10	0,12
Max [s]	0,63	1,45	0,78	-	1,04	0,46
Počet fixací	15	46	13	1	57	5
Podíl počtu fixací na typu dopravního značení v intravilánu	13 %	8 %	4 %	10 %	8 %	13 %
Podíl počtu fixací na celkový počet dopravního značení	0,5 %	1,6 %	0,5 %	0,0 %	2,0 %	0,2 %

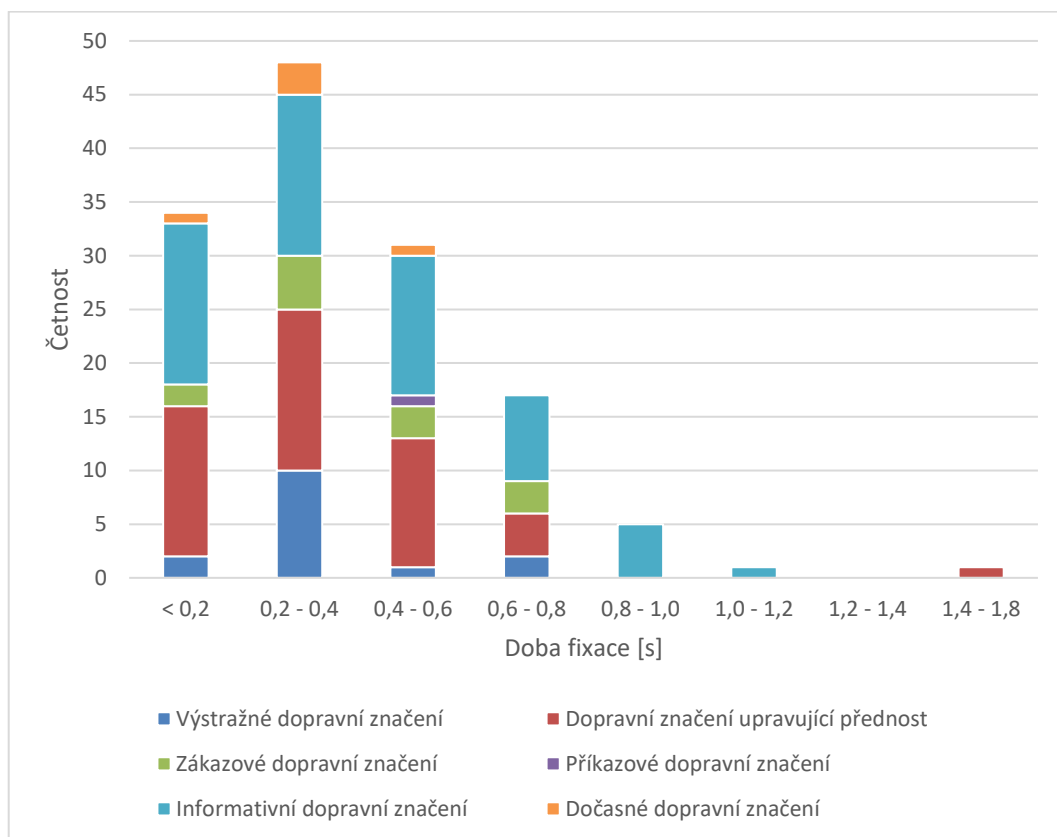
Získané hodnoty dob fixace v závislosti na typu dopravního značení v intravilánu ilustruje Graf č. 4. V grafu můžeme vidět odlehlou hodnotu, která je vyznačená tečkou nad horním paprskem u dopravního značení upravující přednost. Jedná se o dobu fixace 1,45 s na dopravní značku P02 – Hlavní pozemní komunikace. Největší kvartilové rozpětí bylo u informativního značení, kdy se 50 % hodnot pohybovalo mezi 0,27 s a 0,82 s.



Graf č. 4 – Box plot dob fixace na dopravní značení ve dne – intravilán



Graf č. 5 znázorňuje četnost dob fixace na dopravní značení. Nejfrekventovanější doba fixace na dopravní značení je od 0,2 s do 0,4 s.



Graf č. 5 – Četnost dob fixace na dopravní značení ve dne – intravilán

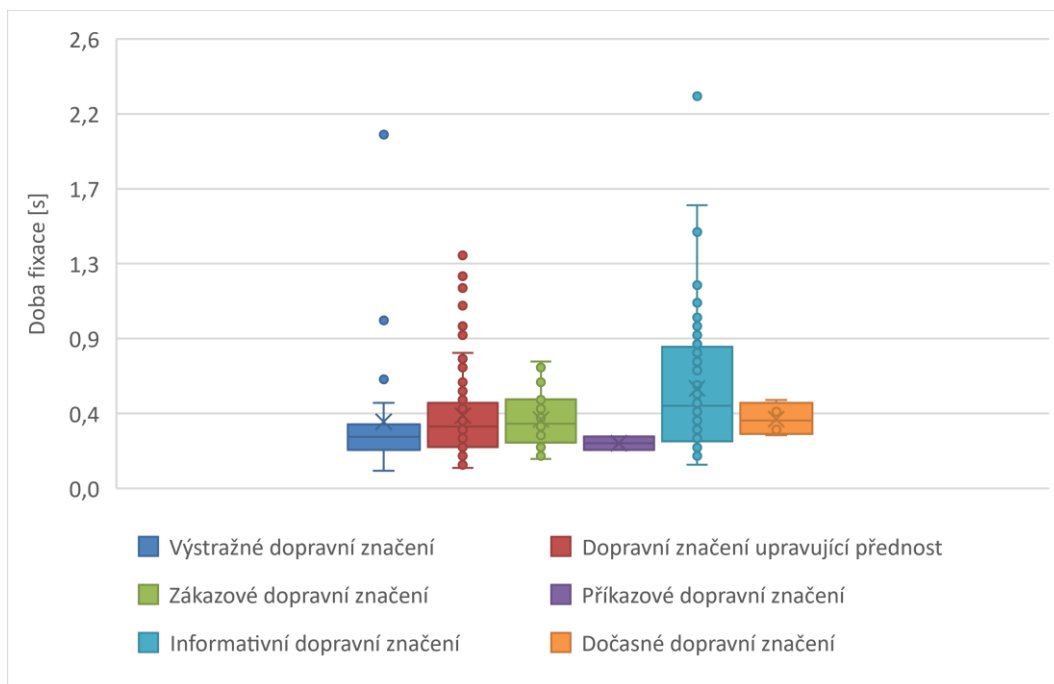
## Noc

Na měřeném úseku v intravilánu v noci byla nejvyšší průměrná doba fixace na informativní dopravní značení a to 0,55 s. Průměrné doby fixace se pohybovaly mezi hodnotou 0,26 s až 0,55 s. Příkazové dopravní značení se nacházelo na jednom měřeném úseku v intravilánu pouze jednou, z toho to důvodu byla i nízká četnost fixací na toto dopravní značení. Z hlediska procentuálního podílu počtu fixací na typu dopravního značení v intravilánu bylo nejvíce fixací na výstražné dopravní značení a to 23 %. Důvodem může být, že se na trase vyskytovaly výstražné dopravní značení, např. A11 – Pozor, přechod pro chodce nebo A12 – Děti, které bylo opatřeno zelenožlutou retroreflexní fólií. Tyto kontrastní plochy zvyšují viditelnost dopravního značení. Z hlediska podílu počtu fixací na celkový počet dopravního značení bylo nejvíce fixací na informativní dopravní značení, a to 2,6 %. V Tab. č. 4 je uvedeno statistické vyhodnocení dat z měření v noci v intravilánu.

Tab. č. 4 - Dopravní značení v intravilánu – noc

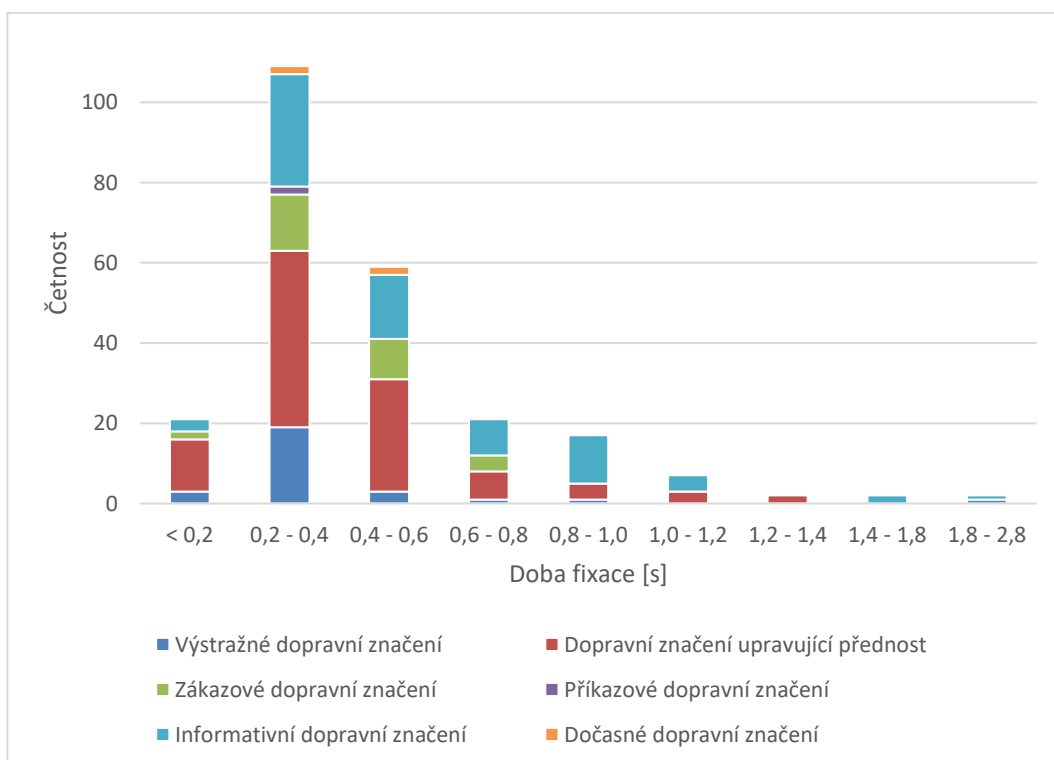
Intravilán noc	Dopravní značení					
	výstražné	upravující přednost	zákazové	příkazové	informativní	dočasné
Průměrná doba fixace [s]	0,29	0,36	0,40	0,26	0,55	0,40
Směrodatná odchylka [s]	0,10	0,15	0,15	0,04	0,32	0,08
Medián [s]	0,30	0,36	0,37	0,26	0,48	0,39
První kvartil [s]	0,22	0,24	0,26	-	0,27	0,31
Třetí kvartil [s]	0,37	0,49	0,51	-	0,82	0,49
Min [s]	0,10	0,12	0,17	0,22	0,14	0,31
Max [s]	2,04	1,34	0,73	0,30	2,26	0,51
Počet fixací	28	101	30	2	75	4
Podíl počtu fixací na typu dopravního značení v intravilánu	23 %	18 %	10 %	20 %	10 %	10 %
Podíl počtu fixací na celkový počet dopravního značení	1,0 %	3,5 %	1,0 %	0,1 %	2,6 %	0,1 %

Získané hodnoty dob fixace v závislosti na typu dopravního značení v intravilánu v noci ilustruje Graf č. 6. V grafu můžeme vidět odlehlé hodnoty, které jsou vyznačené tečkami nad horními paprsky. U výstražného dopravního značení se jedná o dobu fixace 0,97 s na dopravní značku A12 – Děti, doba fixace 0,63 s byla dopravní značku A29 – Železniční přejezd se závorami a doba fixace 2,04 s byla na dopravní značku A32a – Výstražný kříž pro železniční přejezd jednokolejný. Odlehlé hodnoty u dopravního značení upravující přednost se pohybují mezi 0,9 s až 1,3 s. Z větší části se jedná o fixaci na dopravní značení P02 – Hlavní pozemní komunikace. Doba fixace rovna 0,94 s je na dopravní značení P04 – Dej přednost v jízdě. U informativního dopravního značení se nachází pouze jedna odlehlá hodnota, která je rovna 2,26 s a jedná se o pohled na dopravní značení IP06 – Přejech pro chodce, které bylo zvýrazněné žlutozelenou retroreflexní fólií. Největší kvartilové rozpětí hodnot bylo u informativního značení, kdy se 50 % hodnot pohybovalo mezi 0,27 s a 0,82 s.



Graf č. 6 - Box plot dob fixace na dopravní značení v noci – intravilán

Graf č. 7 znázorňuje četnost dob fixace na dopravní značení v noci v intravilánu. Nejfrekventovanější doba fixace na dopravní značení je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 7 - Četnost dob fixace na dopravní značení v noci – intravilán

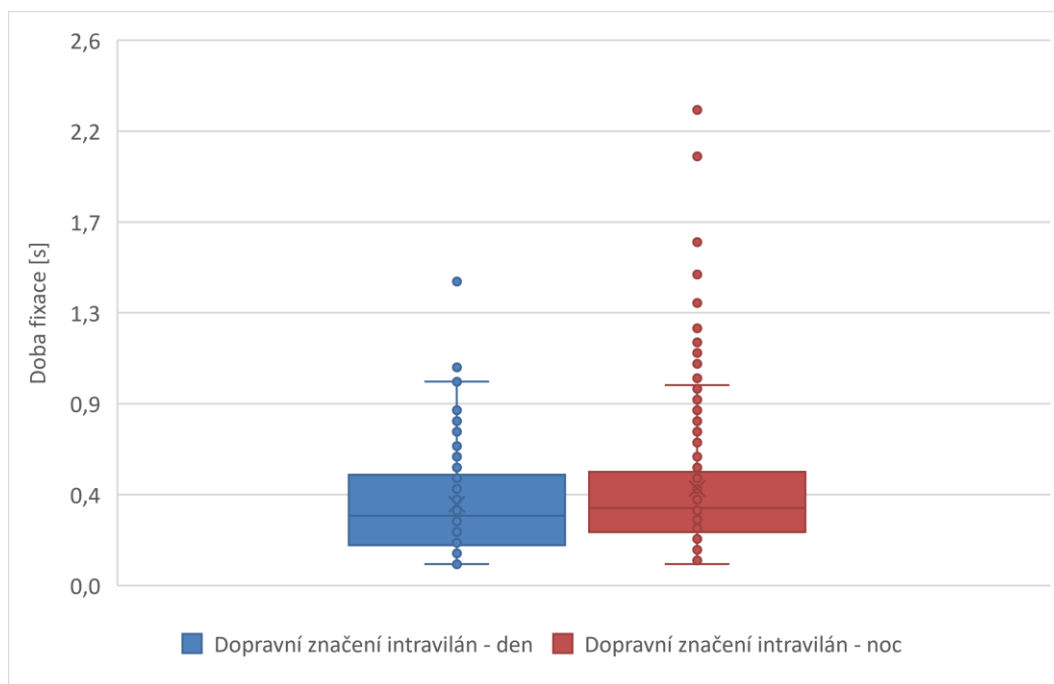
## Komparace den/noc

Při porovnání vizuálního vnímání dopravního značení v intravilánu ve dne/v noci platí, že fixací na dopravní značení bylo 137 ve dne a 240 v noci. Z procentuálního hlediska četnosti dob fixace na celkový počet dopravního značení se probandi podívali ve dne na 5 % dopravního značení a v noci na 8 %. Průměrná doba fixace je pro měření ve dne nižší než pro měření v noci, kdy průměrná doba fixace je pro den 0,37 s a pro noc 0,41 s. Statistické vyhodnocení dat je uvedené v Tab. č. 5.

Tab. č. 5 – Dopravní značení v intravilánu den/noc

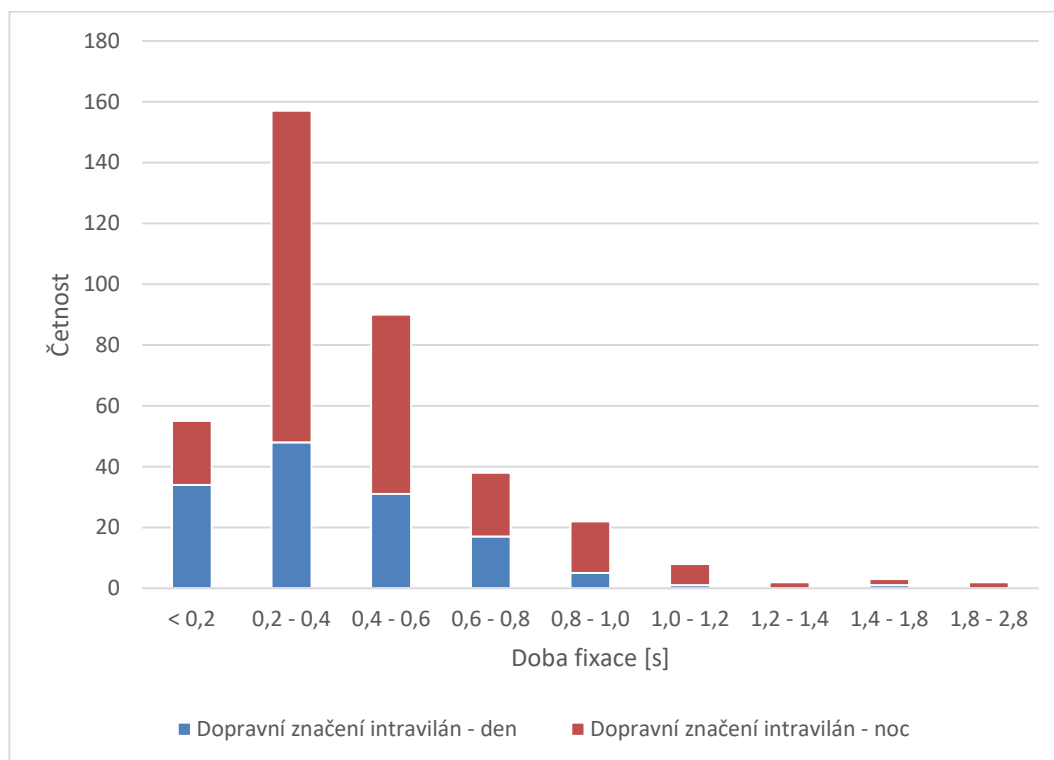
Dopravní značení	Den	Noc
Průměrná doba fixace [s]	0,37	0,41
Směrodatná odchylka [s]	0,21	0,21
Medián [s]	0,32	0,37
První kvartil [s]	0,20	0,26
Třetí kvartil [s]	0,52	0,54
Min [s]	0,10	0,10
Max [s]	1,45	2,26
Počet fixací	137	240
Podíl počtu fixací na dopravním značením v intravilánu	8 %	14 %
Podíl počtu fixací na celkový počet dopravního značení	5 %	8 %

Získané hodnoty dob fixace v závislosti na typu dopravního značení v intravilánu v noci ilustruje Graf č. 8. Z grafu lze vyvodit, že v noci byly doby fixace delší a také se nacházelo v noci mnohem více odlehlých hodnot než ve dne.



Graf č. 8 - Box plot dob fixace na dopravní značení ve dne/v noci – intravilán

Graf č. 9 znázorňuje četnost dob fixace na dopravní značení ve dne a v noci v intravilánu. Nejfrekventovanější doba fixace na dopravní značení je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 9 - Četnost dob fixace na dopravní značení ve dne/v noci – intravilán

### 6.1.2 Dopravní značení v extravilánu

Měřený úsek v extravilánu vedl ve větší části po dálnici a poté po silnici I. třídy. Z toho to důvodu převládalo informativní značení a konkrétně směrové návěsti, které se nachází na dálnici. Dále se na měřeném úseku v extravilánu nenacházelo žádné příkazové dopravní značení, a proto nebyla vyhodnocena žádná data. Celkově se v extravilánu nacházelo 111 dopravních značek. První část je zaměřena na analýzu vizuálního vnímání dopravního značení ve dne, následovat bude analýza noční jízdy a poslední část bude zaměřená na komparaci dat vizuálního vnímání ve dne/v noci.

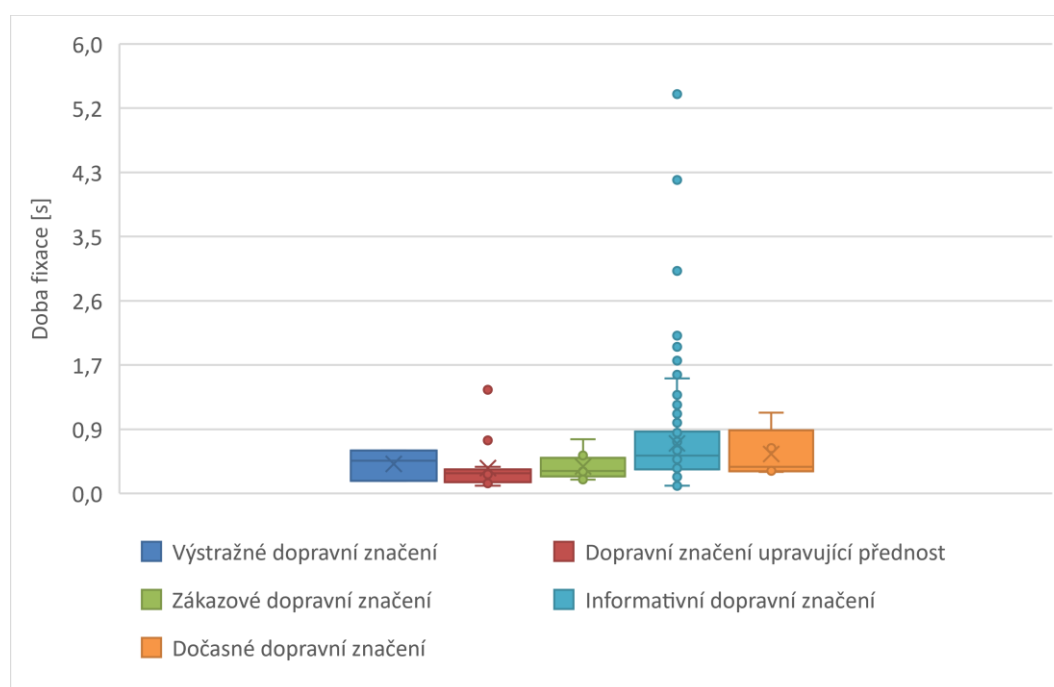
#### Den

Během jízdy ve dne bylo nejvíce fixací na informativní dopravní značení, a to až 199krát, což je 25 % z podílu počtu fixací na informativní dopravní značení v extravilánu a 6,9 % z podílu počtu fixací na celkový počet dopravního značení. Na informativní dopravní značení byla i nejdelší průměrná doba fixace a to 0,56 s. Průměrné doby fixací se pohybovaly v rozmezí 0,23 s a 0,56 s. V Tab. č. 6 je uvedeno statistické vyhodnocení dat z měření ve dne v extravilánu, které je následně použito pro vytvořený Graf č. 10.

Tab. č. 6 - Dopravní značení extravilán – den

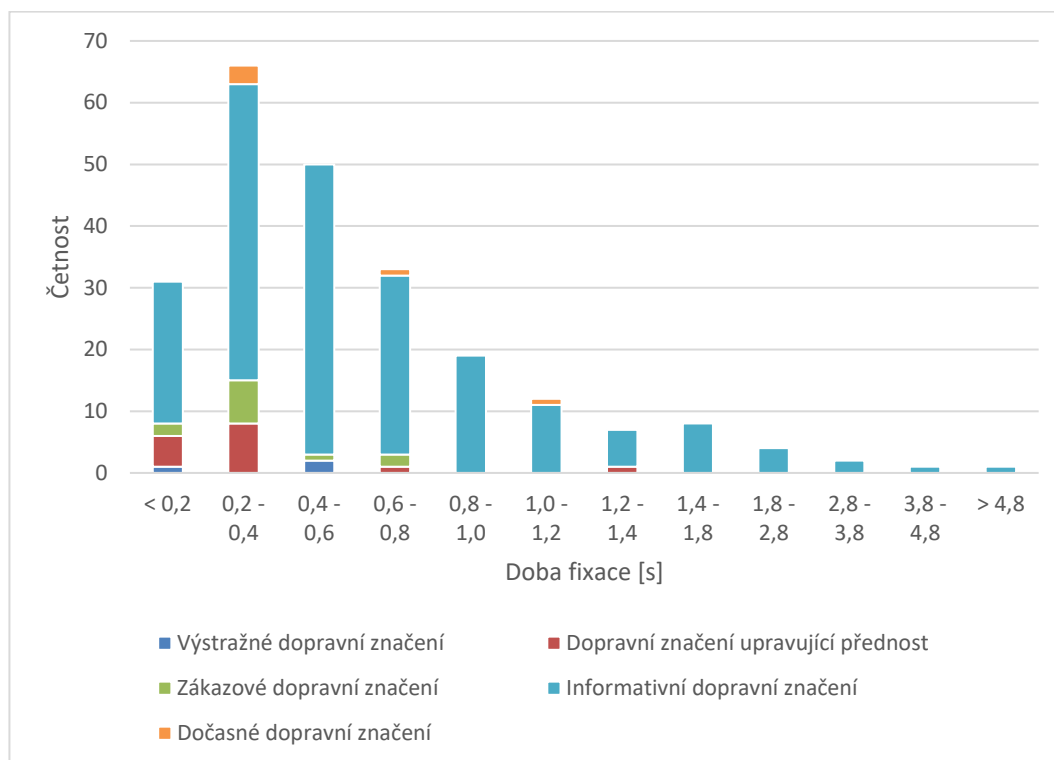
Extravilán den	Dopravní značení				
	výstražné	upravující přednost	zákazové	informativní	dočasné
Celková doba fixace [s]	1,19	5,10	4,33	134,17	2,65
Průměrná doba fixace [s]	0,40	0,23	0,33	0,56	0,53
Směrodatná odchylka [s]	0,17	0,08	0,13	0,34	0,30
Medián [s]	0,44	0,27	0,30	0,51	0,36
První kvartil [s]	0,17	0,15	0,23	0,32	0,30
Třetí kvartil [s]	0,58	0,32	0,48	0,83	0,85
Min [s]	0,17	0,10	0,19	0,10	0,29
Max [s]	0,58	1,39	0,73	5,37	1,09
Počet fixací	3	15	12	199	5
Podíl počtu fixací na typu dopravního značení v extravilánu	8 %	10 %	9 %	25 %	21 %
Podíl počtu fixací na celkový počet dopravního značení	0,1 %	0,5 %	0,4 %	6,9 %	0,2 %

Získané hodnoty dob fixace v závislosti na druhu dopravního značení v extravilánu ilustruje Graf č. 10. U box plotu dob fixace na dopravní značení upravující přednost a informativního dopravního značení jsou zvýrazněné odlehlé hodnoty. U doby fixace na dopravní značení upravující přednost byly odlehlé hodnoty rovny 0,71 s a 1,39 s. Obě odlehlé hodnoty dob fixace byly na dopravní značku P01 – Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací. U doby fixace informativního značení jsou odlehlé hodnoty velmi vysoké a pohybují se v rozmezí 1,6 s až 5,4 s. Z větší části byly doby fixace na směrovou návěst, která na dálnici informuje o cílech a počtu jízdních pruhů. Tudíž může mít mnoho informací, které musí řidič zpracovat, a to může způsobit prodloužení doby fixace.



Graf č. 10 - Box plot dob fixace na dopravní značení ve dne – extravilán

V Graf č. 11 jsou zvýrazněné četnosti dob fixace na dopravní značení ve dne v extravilánu. Nejfrekventovanější doba fixace na dopravní značení ve dne je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 11 - Četnost dob fixace na dopravní značení ve dne – extravilán

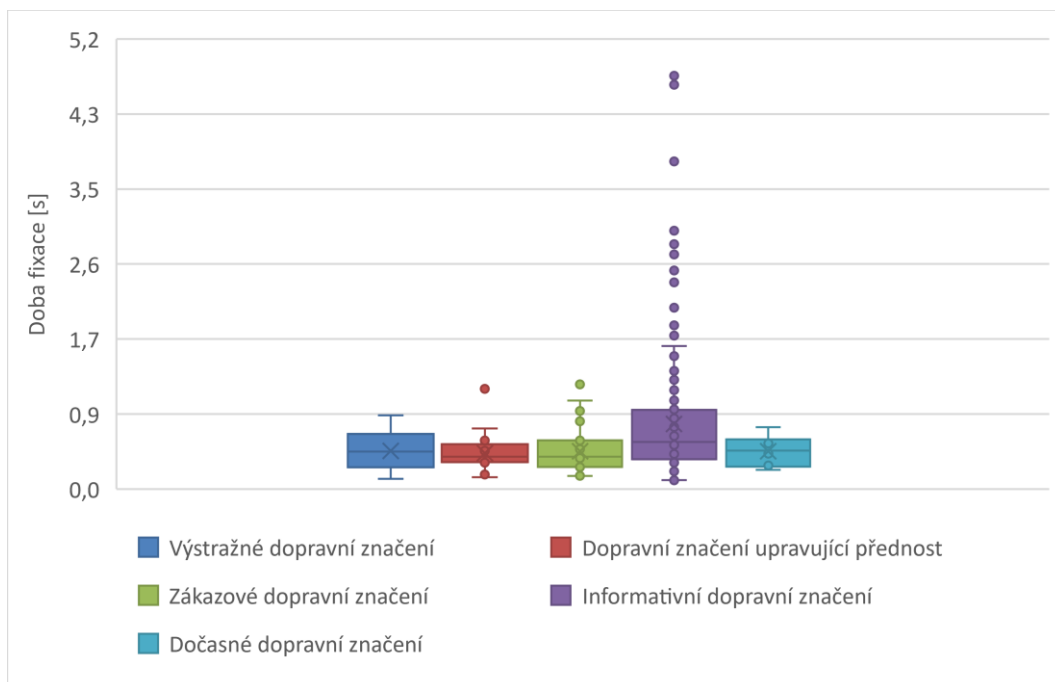
## Noc

Během noční jízdy byla nejvyšší doba fixace na informativní dopravní značení, a to 0,62 s. Na toto značení bylo i nejvíce fixací a to 288, což je 36 % z hlediska procentuálního podílu počtu fixací na informativní dopravní značení v extravilánu a 10 % z podílu počtu fixací na celkový počet dopravního značení. Důvodem dlouhého pohledu mohou být směrové návěsti, či návěsti před odpočívkou nacházející se na části měřeného úseku. Druhou nejvíce sledovanou skupinou byly zákazové dopravní značení, na které bylo fixací 38, což je 29 % z hlediska procentuálního podílu na zákazové značky a 1,3 % z celého počtu všech dopravních značení. V Tab. č. 7 je uvedeno statistické vyhodnocení dat z měření v noci v extravilánu, které je následně interpretováno v Graf č. 12.

Tab. č. 7 - Dopravní značení extravilán – noc

Extravilán noc	Dopravní značení				
	výstražné	upravující přednost	zákazové	informativní	dočasné
Průměrná doba fixace [s]	0,44	0,38	0,41	0,62	0,44
Směrodatná odchylka [s]	0,22	0,15	0,20	0,36	0,16
Medián [s]	0,43	0,37	0,38	0,54	0,44
První kvartil [s]	0,25	0,31	0,25	0,34	0,26
Třetí kvartil [s]	0,64	0,52	0,56	0,91	0,57
Min [s]	0,12	0,14	0,15	0,10	0,22
Max [s]	0,85	1,16	1,21	4,76	0,71
Počet fixací	10	24	38	288	6
Podíl počtu fixací na typu dopravního značení v extravilánu	25 %	16 %	29 %	36 %	25 %
Podíl počtu fixací na celkový počet dopravního značení	0,3 %	0,8 %	1,3 %	10,0 %	0,2 %

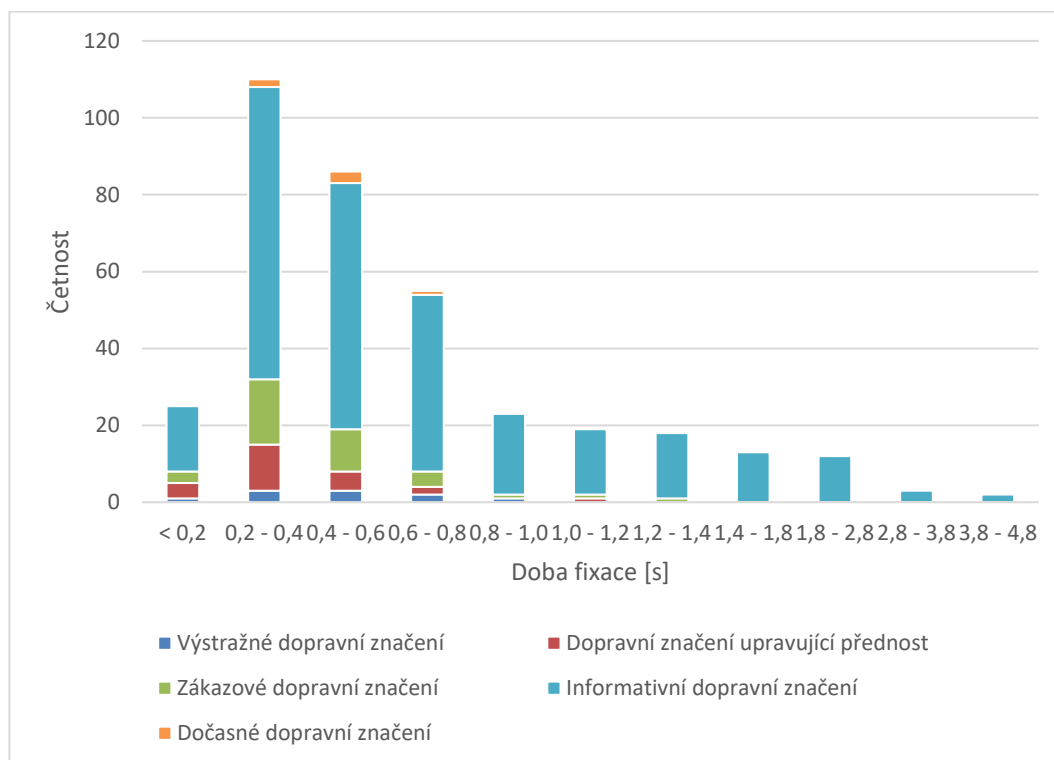
Získané hodnoty dob fixace v závislosti na druhu dopravního značení v noci v extravilánu ilustruje Graf č. 12. V grafu vidíme, že nejvíce odlehlé hodnoty jsou zvýrazněné u box plotu dob fixace na informativní značení, jedná se o hodnoty v rozmezí 1,8 s až 4,8 s. Důvodem těchto odlehlých hodnot jsou dlouhé pohledy na směrové návěsti, které se nacházely na části měřeného úseku. U dob fixace na dopravní značení upravující přednost byla odlehlá hodnota rovna 1,56 s na dopravní značku P01 – Křižovatka s vedlejší pozemní komunikací. U dob fixace na zákazové dopravní značení byla odlehlá hodnota rovna 1,21 s a jedná se o pohled na dopravní značku B20a – Nejvyšší dovolená rychlost.



Graf č. 12 - Box plot dob fixace na dopravní značení v noci – extravilán



V Graf č. 13 jsou zvýrazněné četnosti dob fixace na dopravní značení v noci v extravilánu. Nejfrekventovanější doba fixace na dopravní značení v noci je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 13 - Četnost dob fixace na dopravní značení v noci – extravilán

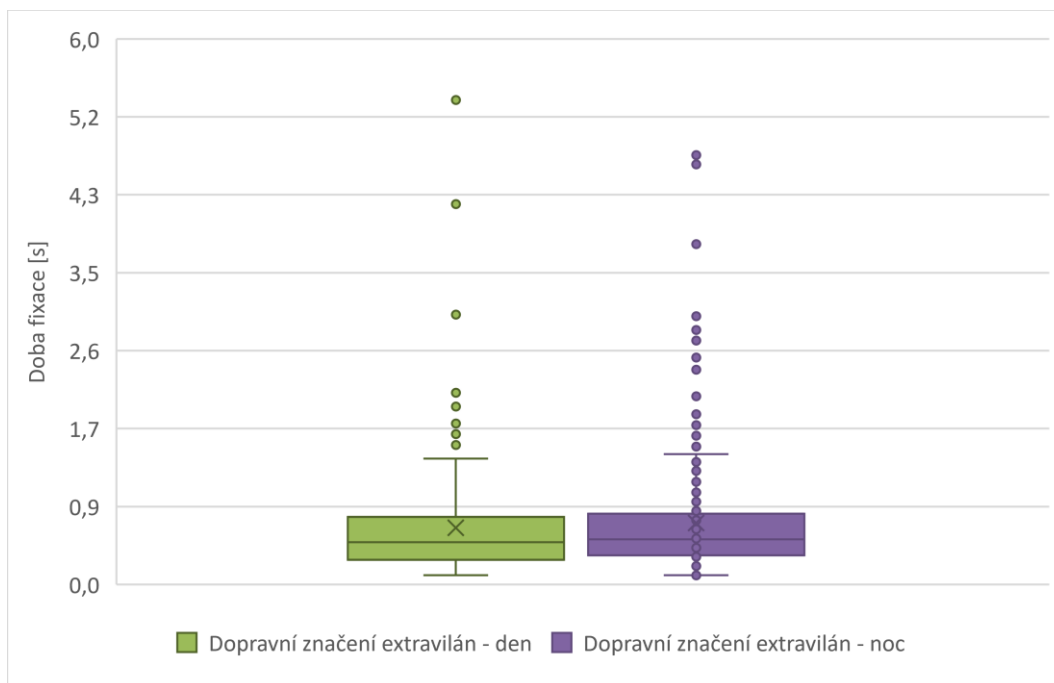
### Komparace den/noc

Při komparaci vizuálního vnímání den/noc byl nejvyšší počet fixací na dopravní značení v noci, a to až o 132krát více než ve dne. Z hlediska podílu počtu fixací na celkovém počtu dopravních značení je ve dne hodnota 8 % a v noci 13 %. Průměrná doba fixace pro den byla 0,51 s a pro noc 0,56 s. Statistické vyhodnocení dat pro den a noc v extravilánu je uvedené v Tab. č. 8

Tab. č. 8 - Dopravní značení v extravilánu den/noc

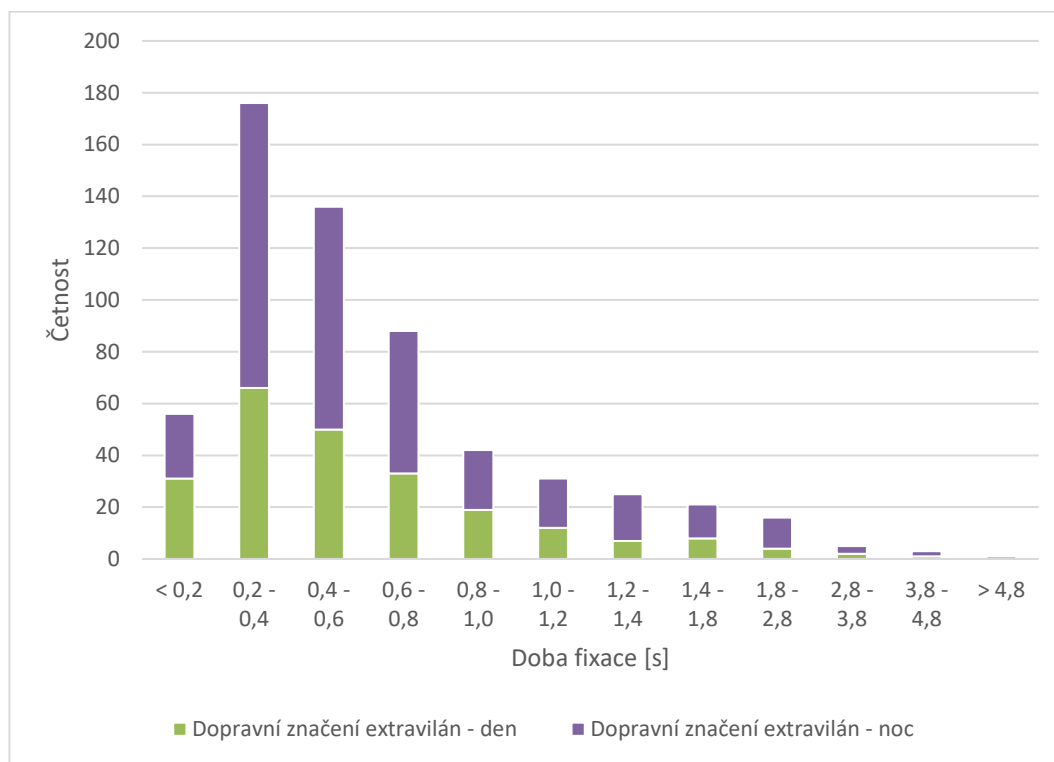
Dopravní značení	Den	Noc
Průměrná doba fixace [s]	0,51	0,56
Směrodatná odchylka [s]	0,30	0,32
Medián [s]	0,47	0,50
První kvartil [s]	0,27	0,32
Třetí kvartil [s]	0,75	0,79
Min [s]	0,10	0,10
Max [s]	5,37	4,76
Počet fixací	234	366
Podíl počtu fixací na dopravních značení v extravilánu	21 %	32 %
Podíl počtu fixací na celkový počet dopravního značení	8 %	13 %

Získané hodnoty dob fixace v závislosti na druhu dopravního značení extravilánu ve dne a v noci ilustruje Graf č. 14. Z grafu lze vyvodit, že se v obou podmínkách nacházelo mnoho dlouhých fixací, které jsou znázorněné jako odlehlé hodnoty. Kvartilové rozpětí bylo pro denní měření 0,27 s až 0,75 s a pro noční měření byly hodnoty nepatrně vyšší 0,32 s až 0,79.



Graf č. 14 - Box plot dob fixace na dopravní značení ve dne/v noci – extravilán

V Graf č. 15 jsou zvýrazněné četnosti dob fixace na dopravní značení v extravilánu ve dne a v noci. Nejfrekventovanější doba fixace na dopravní značení ve dne i v noci je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 15 - Četnost dob fixace na dopravní značení ve dne/v noci – extravilán

## 6.2 REKLAMNÍ ZAŘÍZENÍ

Kapitola je rozdělena na dvě části, které jsou založeny na analýze dat vizuálního vnímání reklamních zařízení. První část se věnuje reklamním zařízením v intravilánu a druhá část se naopak věnuje reklamním zařízením v extravilánu. Z důvodu malé četnosti fixací na reklamní zařízení byly jednotlivé typy reklamních zařízení sloučeny dohromady.

### 6.2.1 Reklamní zařízení v intravilánu

Reklamních zařízení v intravilánu se nacházelo 72 z toho bylo 5 osvětlených. Tato kapitola se zabývá analýzou vizuálního vnímání reklamního zařízení v intravilánu ve dne a v noci.

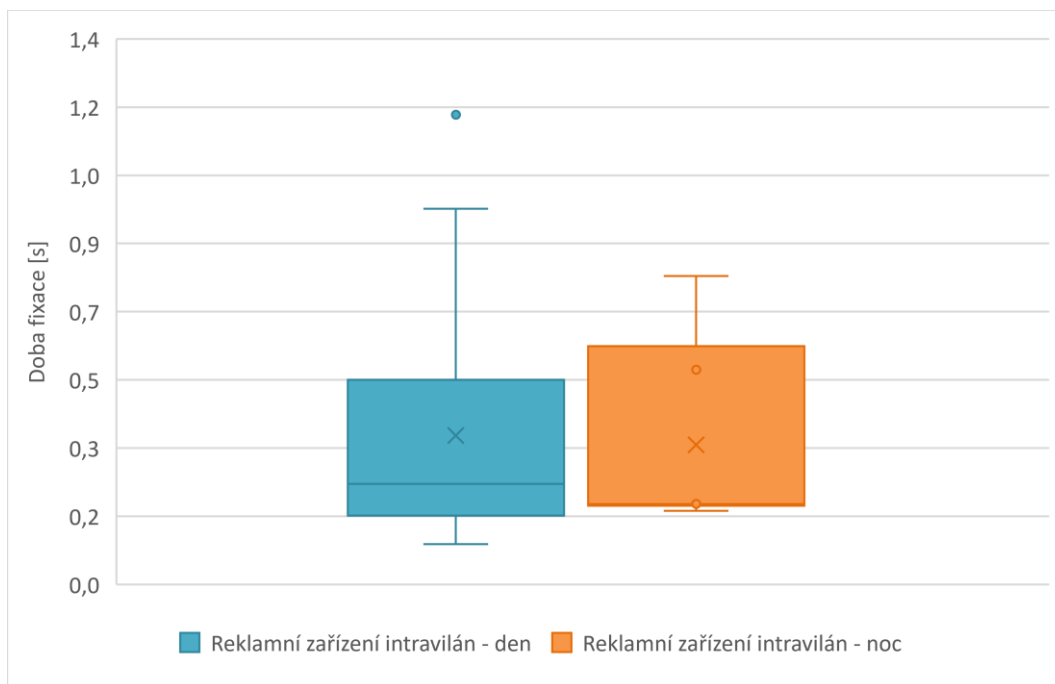
V intravilánu byla průměrná doba fixace na reklamní zařízení ve dne 0,34 s a v noci 0,35 s. Nejvyšší počet fixací na reklamní zařízení v intravilánu byl ve dne, kdy bylo fixací 20, což jsou 3 % z hlediska procentuálního podílu počtu fixací na reklamní zařízení v intravilánu a 2 % z hlediska procentuálního podílu na celkovém počtu reklamních zařízení. V noci bylo celkem 6 fixací na reklamní zařízení. Z toho v nočních hodinách byl pohled na 5 reklamních zařízení, které byly osvětlené. Z hlediska procentuálního podílu na počtu fixací na reklamní zařízení v intravilánu se probandí podívali na 1 %

reklamních zařízení v intravilánu a na 1 % z celkového počtu reklamních zařízení. Nízká četnost pohledů na reklamní zařízení v nočních hodinách může být způsobena malým počtem reklamních zařízení, která byla osvětlená. V Tab. č. 9 jsou uvedena statistická data z vyhodnocování reklamních zařízení v intravilánu den/noc.

Tab. č. 9 – Reklamní zařízení v intravilánu

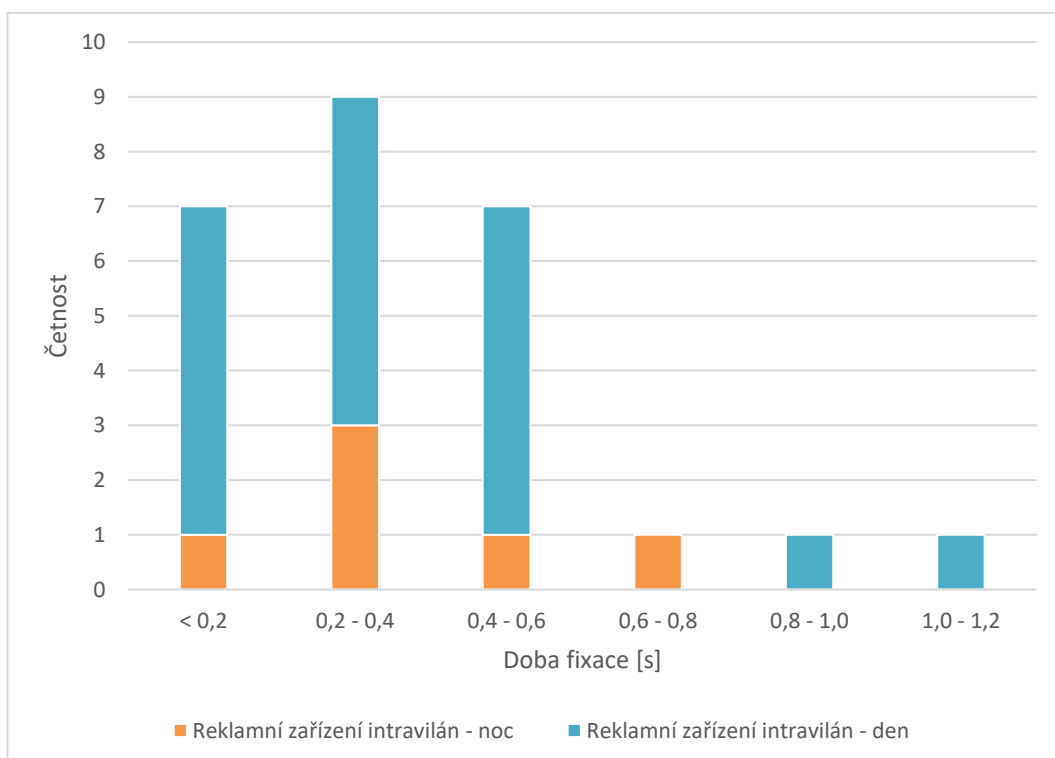
Intravilán	Den	Noc
Průměrná doba fixace [s]	0,34	0,35
Směrodatná odchylka [s]	0,21	0,23
Medián [s]	0,26	0,20
První kvartil [s]	0,17	0,20
Třetí kvartil [s]	0,52	0,60
Min [s]	0,10	0,19
Max [s]	1,19	0,78
Počet fixací	20	6
Podíl počtu fixací na reklamních zařízeních v intravilánu	3 %	1 %
Podíl počtu fixací na celkový počet reklamních zařízení	2 %	1 %

V následujícím Graf č. 16 je znázorněné statistické vyhodnocení dob fixace na reklamní zařízení pomocí box plotů. V grafu se nachází odlehlá hodnota reklamního zařízení pro den v hodnotě 1,2 s. Jedná se o fixaci na reklamní zařízení typu statický billboard, který nebyl osvětlený. Z grafu je patrné, že kvartilové rozpětí neboli oblast, která je ohraničená prvním a třetím kvantilem je v noci vyšší než ve dne. To znamená, že 50 % hodnot doby fixace na reklamní zařízení se pohybují mezi hodnotami 0,17 s až 0,52 s pro den a pro noc se hodnoty pohybují mezi 0,20 s až 0,60 s, tudíž v noci byly doby fixace delší než ve dne.



Graf č. 16 - Box plot dob fixace na reklamní zařízení v intravilánu

V Graf č. 17 jsou zvýrazněné četnosti dob fixace na reklamní zařízení v intravilánu. Nejfrekventovanější doba fixace na reklamní zařízení je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 17 - Četnost dob fixace na reklamní zařízení v intravilánu

## 6.2.2 Reklamní zařízení v extravilánu

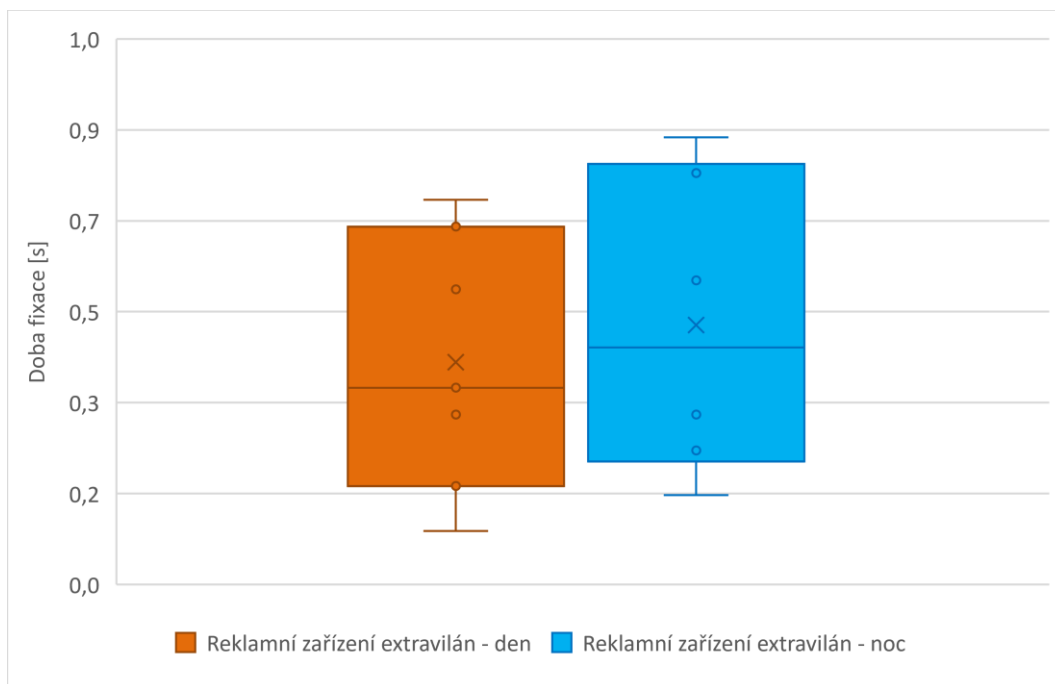
V extravilánu se nacházelo na jednom měřeném úseku o mnoho méně reklamních zařízení než v intravilánu a to pouze 5, z toho byly 4 osvětlené. Tato část kapitoly bude dále vycházet z analýzy dat vizuálního vnímání reklamního zařízení v extravilánu den/noc.

Probandi měli vyšší četnost fixací na reklamní zařízení v extravilánu ve dne než v noci. Během denní jízdy bylo fixací na reklamní zařízení 7, z toho byly 3 fixace na reklamní zařízení, které je v noci osvětlené. V rámci procentuálního podílů na počtu fixací na reklamní zařízení v extravilánu je hodnota 7 % a v rámci procentuálního podílu na celkovém počtu reklamních zařízení je hodnota rovna 1 %. V nočních hodinách byl počet fixací na reklamní zařízení 6, z toho byly všechny reklamní zařízení osvětlené. V rámci procentuálního počtu fixací na reklamní zařízení v intravilánu je to 7 % a z hlediska procentuálního podílu počtu fixací na celkový počet reklamních zařízení je hodnota rovna 1 %. I když v noci byla početnost fixací nižší, tak stále byla průměrná doba fixace vyšší než ve dne, kdy v noci byla průměrná doba fixace 0,49 s a ve dne 0,42 s. Statistická data z vyhodnocování reklamních zařízení v extravilánu den/noc jsou uvedena v Tab. č. 10.

Tab. č. 10 - Reklamní zařízení v extravilánu

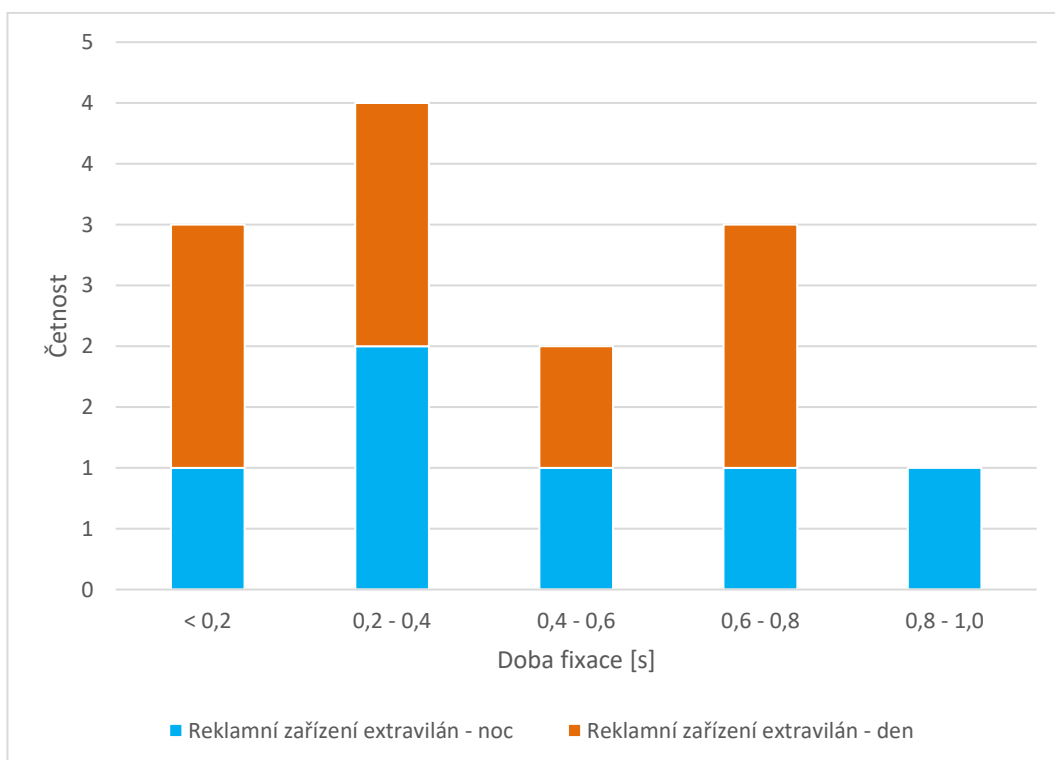
Extravilán	Den	Noc
Celková doba fixace [s]	2,96	2,96
Průměrná doba fixace [s]	0,42	0,49
Směrodatná odchylka [s]	0,22	0,26
Medián [s]	0,37	0,45
První kvartil [s]	0,19	0,23
Třetí kvartil [s]	0,68	0,80
Min [s]	0,10	0,17
Max [s]	0,73	0,85
Počet fixací	7	6
Podíl počtu fixací na reklamních zařízení v intravilánu	8 %	7 %
Podíl počtu fixací na celkový počet reklamních zařízení	1 %	1 %

V následujícím Graf č. 18 je znázorněné statistické vyhodnocení dob fixace na reklamní zařízení pomocí box plotů. V grafu se nenachází žádné odlehlé hodnoty. Z grafu je patrné, že hodnoty kvartilového rozpětí neboli oblast, která je ohraničená prvním a třetím kvartilem, je v noci vyšší než ve dne. To znamená, že 50 % hodnot doby fixace na reklamní zařízení se pohybují mezi hodnotami 0,19 s až 0,68 s pro den a pro noc se hodnoty pohybují mezi 0,23 s až 0,80 s, tudíž doby fixace byly v noci delší než ve dne.



Graf č. 18 - Box plot dob fixace na reklamní zařízení v extravilánu

V Graf č. 19 jsou zvýrazněné četnosti dob fixace na reklamní zařízení v extravilánu. Nejfrekventovanější doba fixace na reklamní zařízení je 0,2 s. až 0,4 s.



Graf č. 19 - Četnost dob fixace na reklamní zařízení v extravilánu

## 6.3 POROVNÁNÍ TYPU PODNĚTU – DOPRAVNÍ ZNAČENÍ/REKLAMNÍ ZAŘÍZENÍ

V této kapitole bude uvedena komparace vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení. První kapitola se zabývá analýzou vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení v intravilánu ve dne/v noci. Druhá kapitola se zabývá analýzou vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení v extravilánu ve dne a v noci. V poslední kapitole se nachází komplexní porovnání vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení.

### 6.3.1 V intravilánu

Kapitola bude v první části zaměřena na komparaci analýzy vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení v intravilánu ve dne a následovat bude komparace analýzy vizuálního vnímání v noci.

#### **Den**

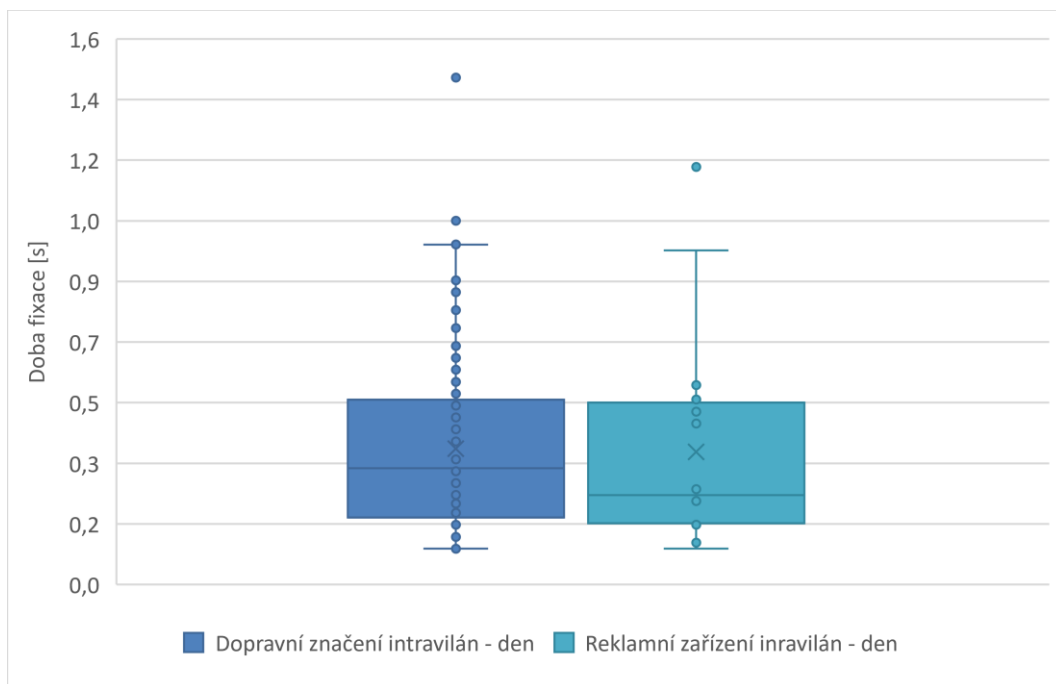
Statistická data z vyhodnocování dopravního značení a reklamního zařízení v intravilánu ve dne jsou uvedena v Tab. č. 11. Průměrná doba fixace na prvky byla téměř totožná, u dopravního značení to bylo 0,37 s a reklamního zařízení 0,34 s, což je 5 % z hlediska procentuálního podílu fixací na dopravní značení a pouze na 2 % z hlediska podílu fixací na reklamní zařízení.

Tab. č. 11 – Dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu ve dne

Intravilán den	Dopravní značení	Reklamní zařízení
Průměrná doba fixace [s]	0,37	0,34
Směrodatná odchylka [s]	0,21	0,21
Medián [s]	0,32	0,26
První kvartil [s]	0,20	0,17
Třetí kvartil [s]	0,52	0,52
Min [s]	0,10	0,10
Max [s]	1,45	1,19
Počet fixací	137	20
Podíl fixací na typu podnětu	5 %	2 %

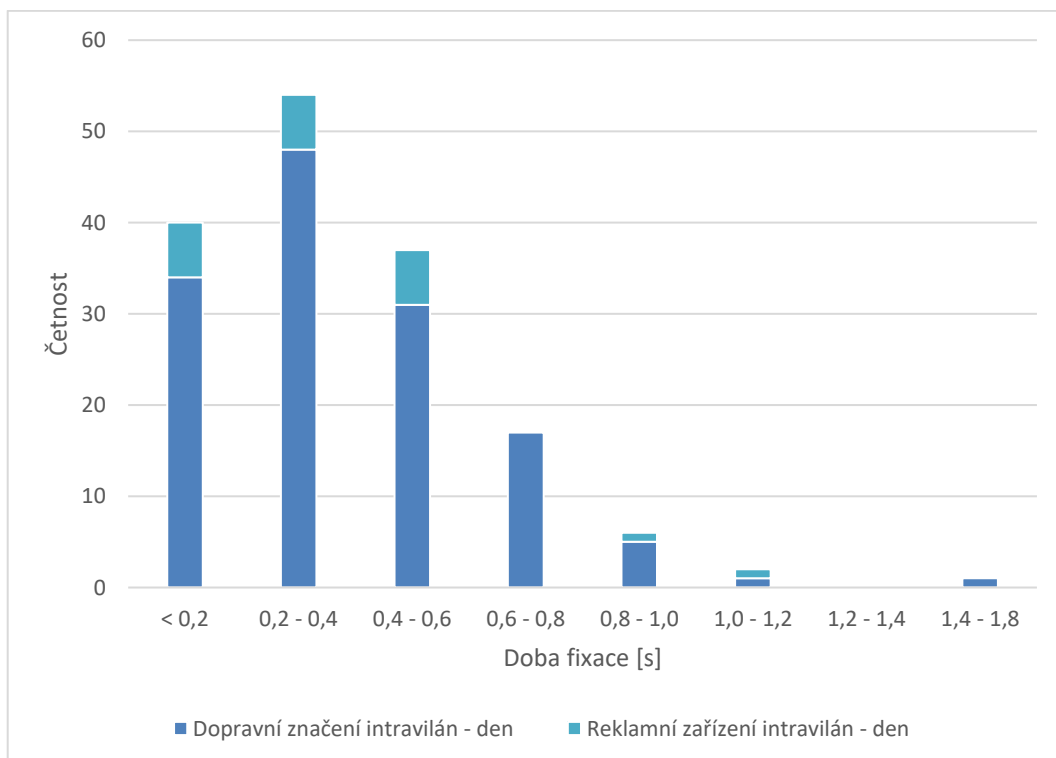
V Graf č. 20 je znázorněné statistické vyhodnocení dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu ve dne pomocí box plotů. V grafu jsou vyznačené tečky nad horním fouskem, které znázorňují odlehle hodnoty. Kvartilové rozpětí je pro oba typy podnětu podobné, tudíž lze říct, že délky dob fixace byly podobné.





Graf č. 20 - Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu ve dne

V Graf č. 21 jsou zvýrazněné četnosti dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu ve dne. Nejfrekventovanější doba fixace je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 21 - Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu ve dne

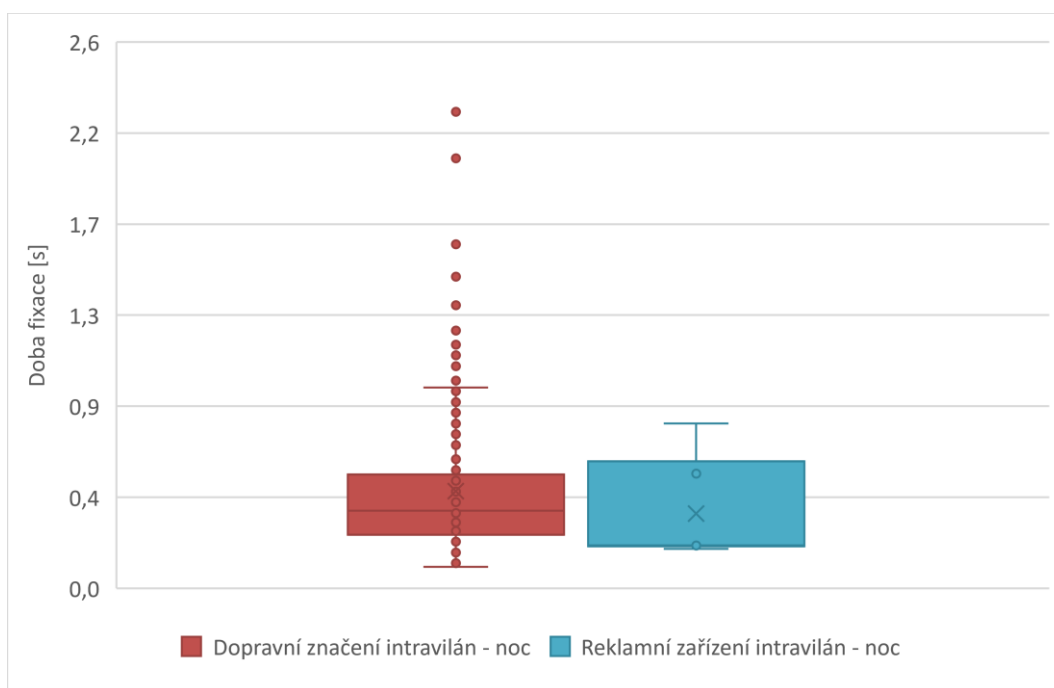
## Noc

V nočních hodinách převažovaly fixace na dopravní značení než na reklamní zařízení, kdy bylo 240 fixací na dopravní značení a pouze 6 fixací na reklamní zařízení. I z hlediska procentuálního podílu fixací se probandi celkově podívali na 8 % dopravního značení a pouze na 1 % reklamních zařízení. Průměrná doba fixace byla na dopravní značení 0,41 s a na reklamní zařízení 0,35 s.

Tab. č. 12 – Dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu

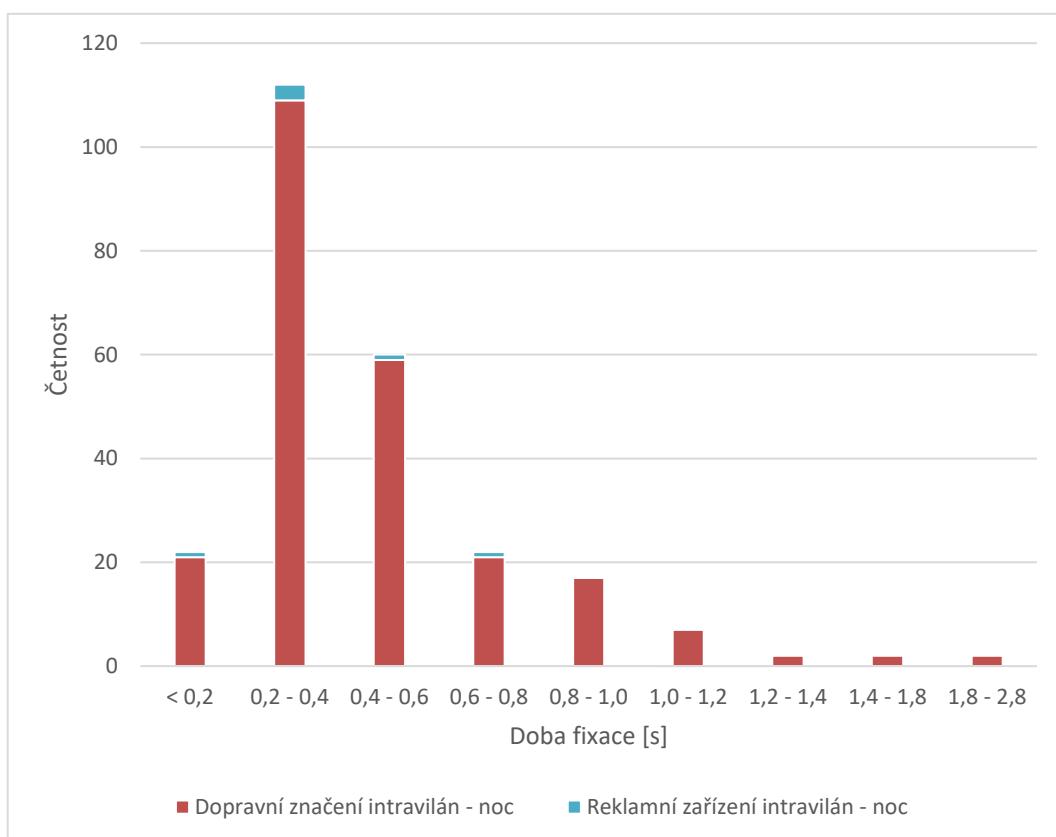
Intravilán noc	Dopravní značení	Reklamní zařízení
Průměrná doba fixace [s]	0,41	0,35
Směrodatná odchylka [s]	0,21	0,23
Medián [s]	0,37	0,20
První kvartil [s]	0,26	0,20
Třetí kvartil [s]	0,54	0,60
Min [s]	0,10	0,19
Max [s]	2,26	0,78
Počet pohledů	240	6
Podíl fixací na typu podnětu	8 %	1 %

V Graf č. 22 je znázorněné statistické vyhodnocení dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu v noci pomocí box plotů. V grafu jsou vyznačené tečky nad horním fouskem, které znázorňují odlehlé hodnoty. Vyšší hodnoty kvartilového rozpětí má reklamní zařízení než dopravní značení, kdy hodnoty prvního a třetího kvartilu pro reklamní zařízení jsou 0,20 s až 0,60 s a pro dopravní značení jsou hodnoty 0,26 s až 0,54 s. Lze tedy říct, že probandi měli delší fixace na reklamní zařízení než na dopravní značení.



Graf č. 22 - Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu v noci

V Graf č. 23 jsou zvýrazněné četnosti dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu v noci. Nejfrekventovanější doba fixace na dopravní značení i na reklamní zařízení je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 23 - Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu v noci

### 6.3.2 V extravilánu

Kapitola bude v první části zaměřena na komparaci analýzy vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení v extravilánu ve dne a následovat bude komparace analýzy vizuálního vnímání v noci.

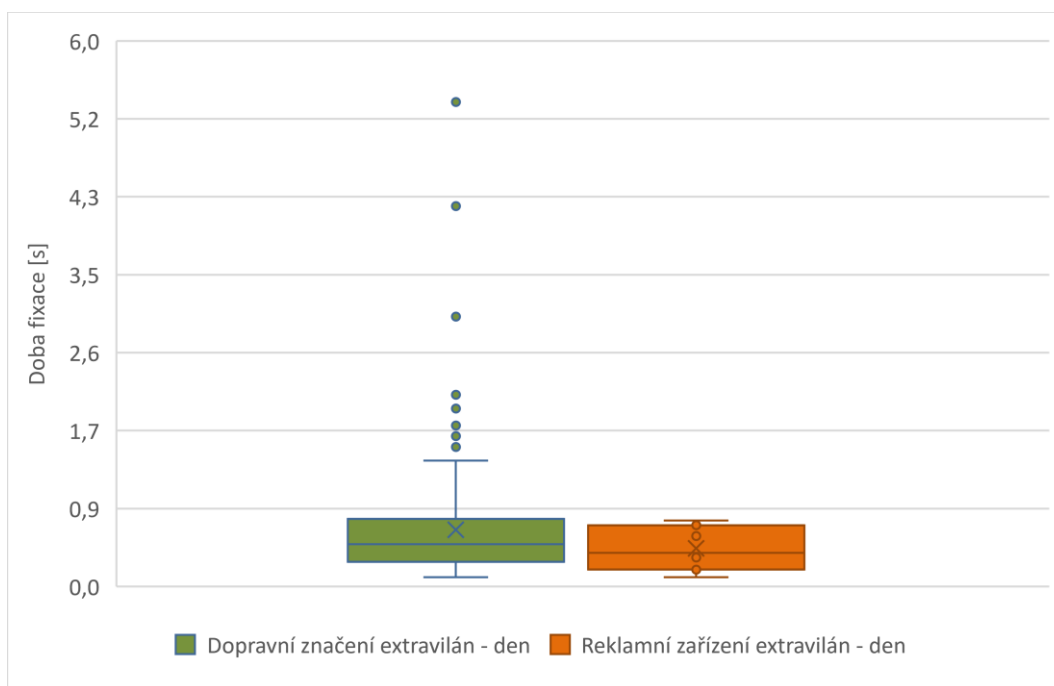
#### **Den**

V měření probíhající ve dne v extravilánu byla průměrná hodnota fixace na dopravní značení 0,51 s a na reklamní zařízení 0,42 s. Počet fixací na dopravní značení bylo 234, což je 8 % z procentuálního podílu na celkový počet dopravních značení. Počet fixací na reklamní zařízení bylo 7, což je 8 % z procentuálního podílu na celkový počet reklamních zařízení. Statistická data z vyhodnocování dopravního značení a reklamního zařízení v extravilánu ve dne jsou uvedena v Tab. č. 13.

Tab. č. 13 - Dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu ve dne

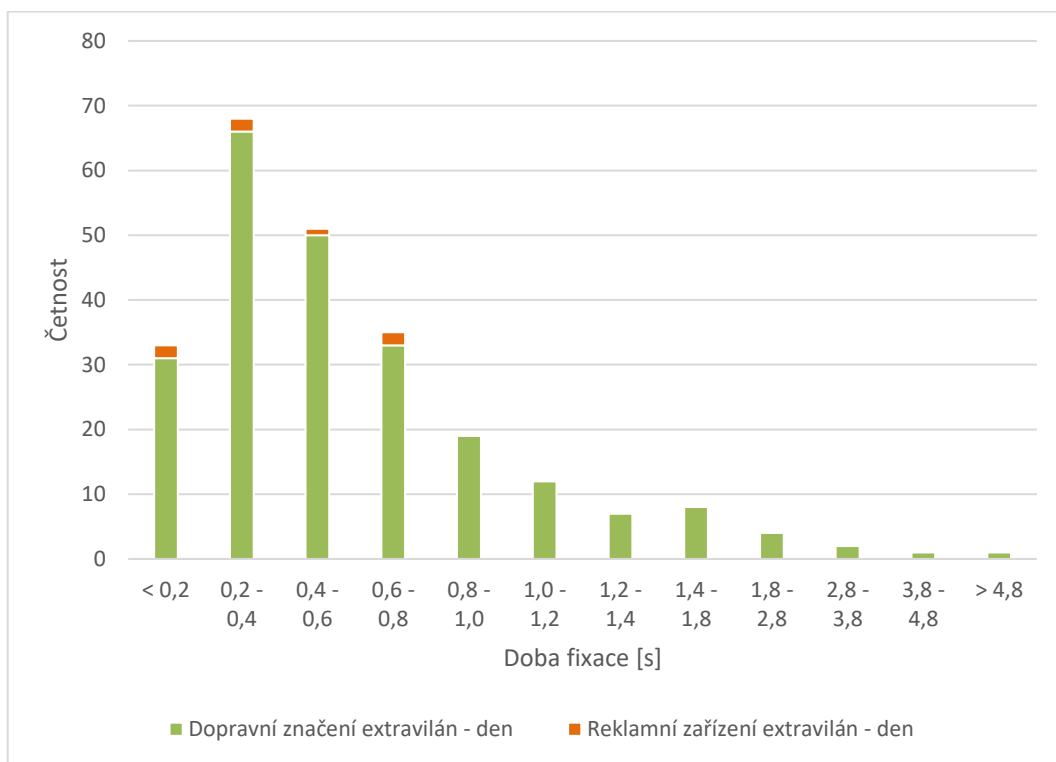
Extravilán den	Dopravní značení	Reklamní zařízení
Průměrná doba fixace [s]	0,51	0,42
Směrodatná odchylka [s]	0,30	0,22
Medián [s]	0,47	0,37
První kvartil [s]	0,27	0,19
Třetí kvartil [s]	0,75	0,68
Min [s]	0,10	0,10
Max [s]	5,37	0,73
Počet pohledů	234	7
Podíl fixací na typu podnětu	8 %	8 %

V Graf č. 24 je znázorněné statistické vyhodnocení dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu ve dne pomocí box plotů. Vyšší hodnoty kvartilového rozpětí má dopravní značení, kdy první kvartil a třetí kvartil mají hodnoty 0,27 s a 0,75 s. Pro reklamní zařízení jsou hodnoty 0,19 s a 0,68 s. Lze tedy říct, že probandi měli delší doby fixace na dopravní značení než na reklamní zařízení.



Graf č. 24 - Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu ve dne

V Graf č. 25 jsou zvýrazněné četnosti dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu ve dne. Nejfrekventovanější doba fixace je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 25 - Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu ve dne

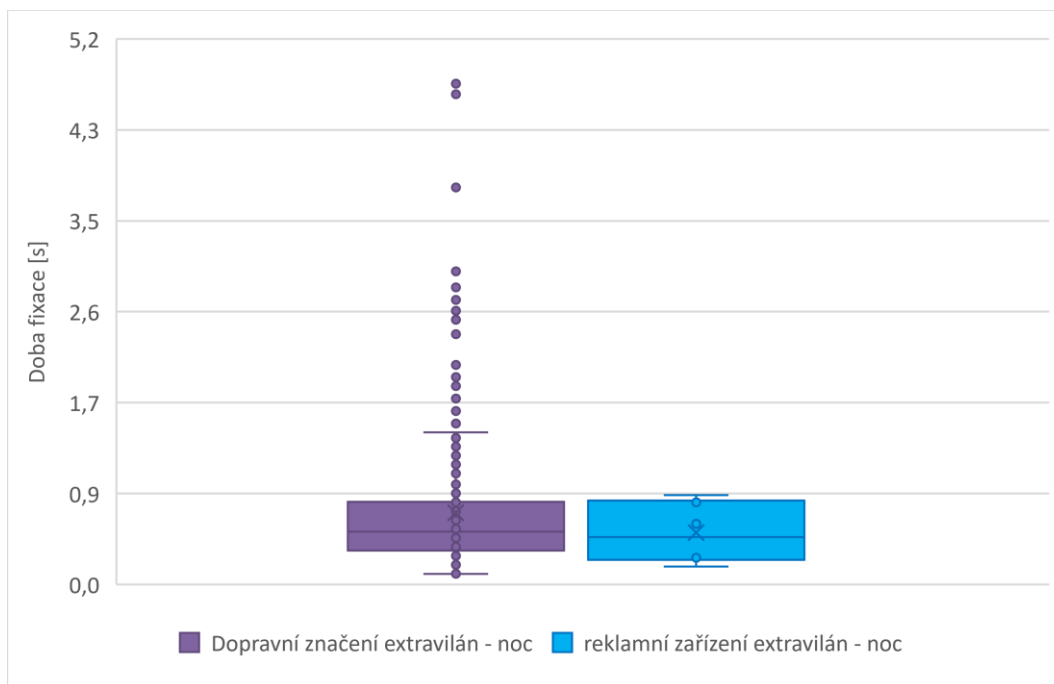
### Noc

V měření během noci v extravilánu byla delší průměrná doba fixace na dopravní značení 0,56 s než na reklamní zařízení 0,49 s. Z hlediska procentuálního podílu fixací na typu podnětu bylo 13 % fixací na celkový počet dopravního značení a 1 % fixací na celkový počet reklamních zařízení.

Tab. č. 14 - Dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu v noci

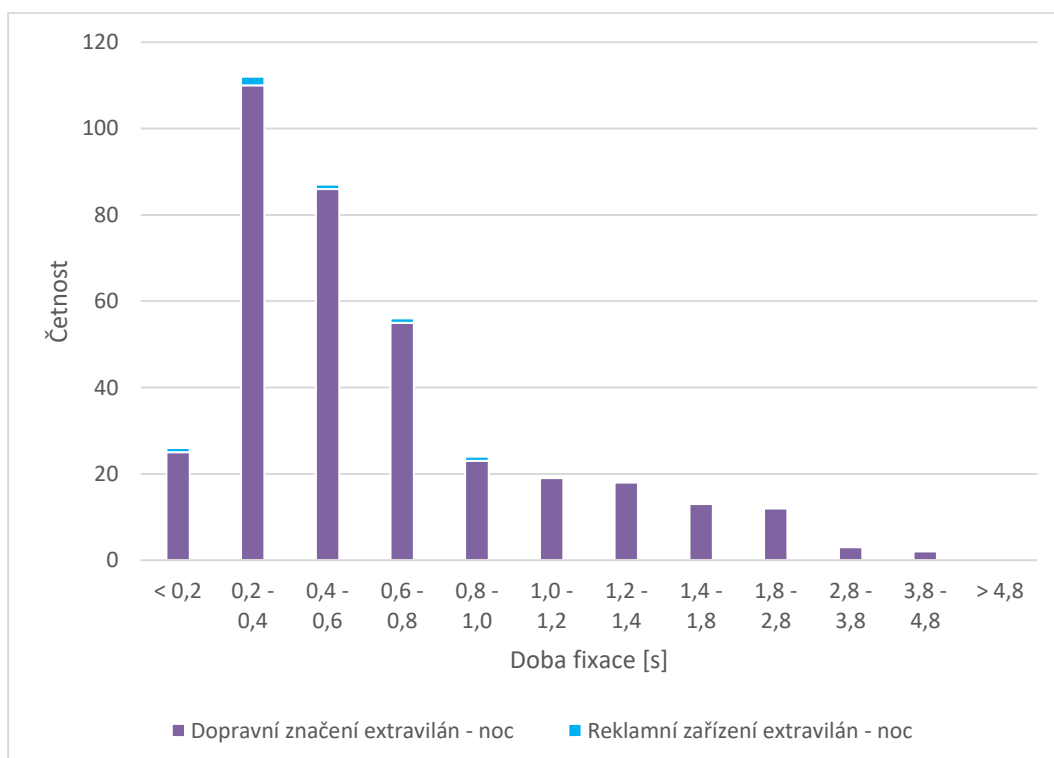
Extravilán noc	Dopravní značení	Reklamní zařízení
Průměrná doba fixace [s]	0,56	0,49
Směrodatná odchylka [s]	0,32	0,26
Medián [s]	0,50	0,45
První kvartil [s]	0,32	0,23
Třetí kvartil [s]	0,79	0,80
Min [s]	0,10	0,17
Max [s]	4,76	0,85
Počet pohledů	366	6
Podíl fixací na typu podnětu	13 %	1 %

V Graf č. 26 je znázorněné statistické vyhodnocení dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu v noci pomocí box plotů. Z grafu lze vyvodit, že u dopravního značení se nachází mnoho dlouhých dob fixace, a tudíž doba fixace na dopravní značení byla delší, než na reklamní zařízení.



Graf č. 26 - Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu ve noci

V Graf č. 27 jsou zvýrazněné četnosti dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu v noci. Z grafu lze vyčíst, že nejfrekventovanější doba fixace je 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 27 - Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu v noci

### 6.3.3 Komplexní posouzení vizuálního vnímání sledovaných prvků

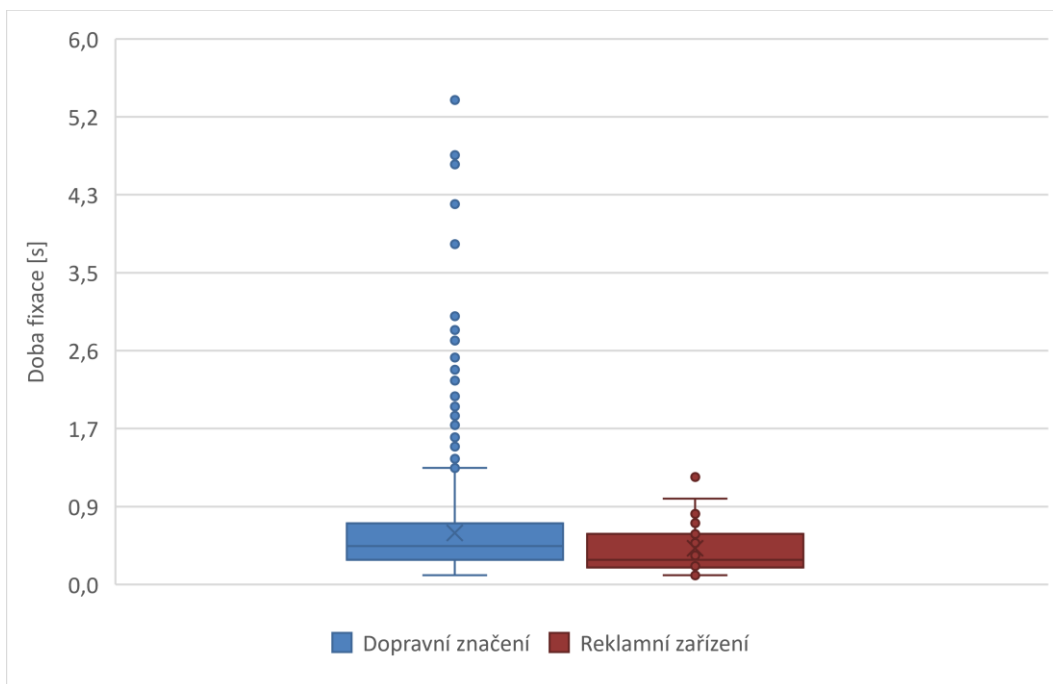
V této kapitole bude provedena komplexní analýza vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení. Byla sloučena získaná data všech fixací na dopravní značení a reklamní zařízení. Během jízdy bylo celkem 977 fixací na dopravní značení a pouze 39 fixací na reklamní zařízení. Celkově se nacházelo na 10 měřících trasách 2884 dopravního značení a 810 reklamního zařízení. Velkým úskalím je nepoměr souborů. Na reklamní zařízení bylo fixace mnohonásobně méně než na dopravní značení. Tudiž pro věrohodnější posuzování by bylo zapotřebí vybrat trasu, na které se bude nacházet více reklamních zařízení.

Průměrná doba fixace na dopravní značení byla 0,48 s a na reklamní zařízení 0,38 s. Podíl fixací na jednotlivé typy podnětu byl pro dopravní značení 34 % a pro reklamní zařízení 5 %. V Tab. č. 15 jsou uvedena data statistického vyhodnocení, které jsou dále využita v Graf č. 28.

Tab. č. 15 – Dopravní značení a reklamní zařízení

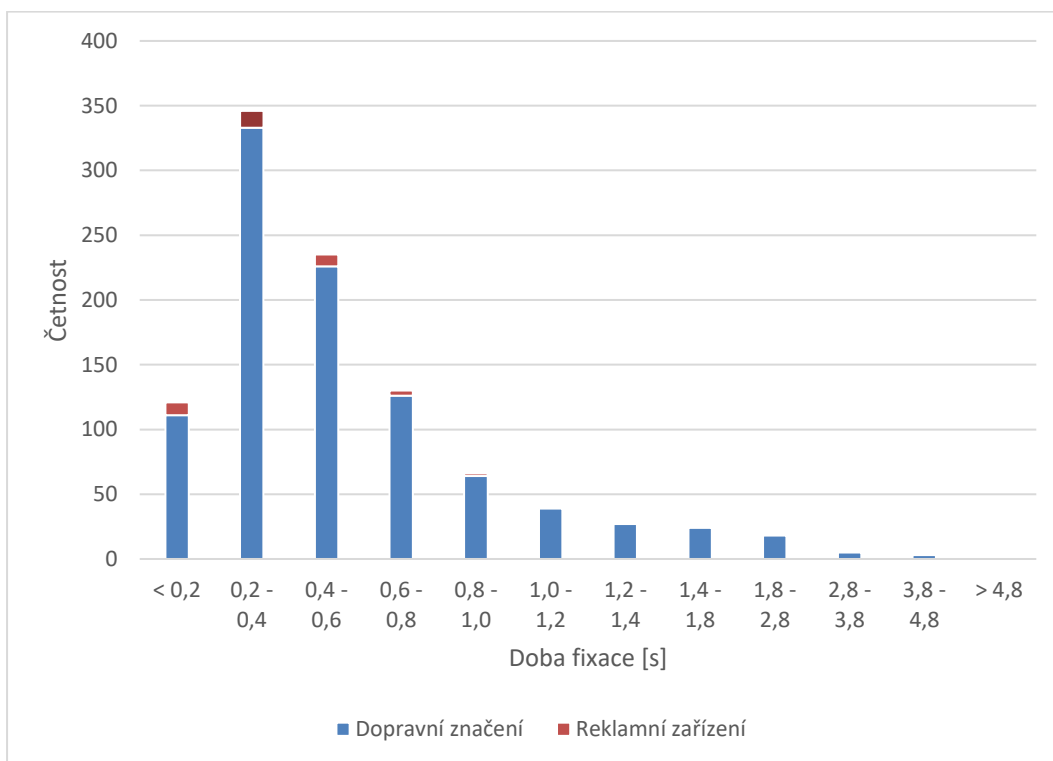
	Dopravní značení	Reklamní zařízení
Průměrná doba fixace [s]	0,48	0,38
Směrodatná odchylka [s]	0,29	0,17
Medián [s]	0,43	0,27
První kvartil [s]	0,27	0,19
Třetí kvartil [s]	0,68	0,56
Min [s]	0,10	0,10
Max [s]	5,37	1,19
Počet pohledů	977	39
Podíl fixací na typu podnětu	34 %	5 %

V Graf č. 28 je znázorněné statistické vyhodnocení dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení pomocí box plotů. Z grafu lze poznat, že průměrná doba fixace a rozptyl dob fixace byl pro dopravní značení vyšší než pro reklamní zařízení. Odlehlé hodnoty dob fixace pro dopravní značení jsou v rozmezí 1,3 s až 5,4 s a pro reklamní zařízení je hodnota rovna 1,2 s.



Graf č. 28 - Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení

Z Graf č. 29 lze vyvodit, že nejfrekventovanější doba fixace na prvky byla 0,2 s až 0,4 s.



Graf č. 29 - Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení



## 7 DISKUZE

Hlavním cílem diplomové práce bylo analyzovat odklon pozornosti vlivem vybraných rušivých podnětů. Pro analýzu byly vybrané reklamní zařízení, jako rušivé podněty, které byly komparované s dopravním značením. Byla provedena komparace dob fixace jednotlivého typu dopravního značení v intravilánu ve dne/v noci a v extravilánu ve dne/v noci. Reklamní zařízení bylo také na základě dob fixace porovnáno v intravilánu ve dne/v noci a poté v extravilánu ve dne/v noci. Následovala komparace těchto dvou prvků.

Z naměřených dat byla získána doba fixace na dopravní značení a reklamní zařízení. Poté byla data zpracována do jednotlivých kategorií a rozdělena na den a noc. Dopravní značení bylo rozdělené na výstražné, upravující přednost, zákazové, příkazové, informativní a dočasné dopravní značení. Z důvodů malého souboru dat u reklamních zařízení se neuvažovalo rozdělení do jednotlivých typů.

Prvně bylo analyzováno vizuální vnímání jednotlivých typů dopravního značení v intravilánu ve dne a v noci. Fixací bylo na dopravní značení ve dne 137 a v noci 240. Průměrná doba fixace na všechny dopravní značení ve dne byla 0,37 s a v noci se zvýšila na 0,41 s. Důvod vyšší četnosti a průměru dob fixace v noci může být způsobené, že dopravní značení má na sobě retroreflexní fólii, která odráží dopadající světlo a díky tomu by je řidiči neměli přehlédnout a věnovat jim pozornost.

Dále byly analyzované jednotlivé typy dopravního značení v extravilánu ve dne a v noci. Fixací bylo na dopravní značení ve dne 234 a v noci 366. Průměrná doba fixace na dopravní značení ve dne byla 0,51 s a v noci 0,56 s. U dob fixace dopravního značení, jak ve dne, tak i v noci se nacházely odlehle hodnoty, které nabývaly hodnot až do 5,4 s. Tyto dlouhé doby fixace mohou být rizikové a vést k vzniku nehody.

Další část práce se zaměřovala na analýzu vizuálního vnímání reklamního zařízení. První část byla zaměřena na reklamní zařízení v intravilánu ve dne v noci. Fixací bylo na reklamní zařízení v intravilánu ve dne pouze 20, z procentuálního hlediska se jedná pouze o 3 % fixací na reklamní zařízení, které se nacházely v okolí pozemní komunikace v intravilánu. V noci bylo pouze 6 fixací na reklamní zařízení v intravilánu, což jsou 2 % z hlediska množství reklamního zařízení v intravilánu. Průměrná délka dob fixace na reklamní zařízení v intravilánu byla ve dne 0,34 s a v noci 0,35. Druhá část byla zaměřena na reklamní zařízení v extravilánu. Na měřeném úseku v extravilánu se nacházelo pouze 9 reklamních zařízení, z toho byly 4 reklamy osvětlené. Ve dne bylo celkově 7 fixací na reklamní zařízení, což je 8 % z hlediska množství reklamních zařízení v extravilánu. V noci se hodnota fixací na reklamní zařízení snížila na 6. Jedná se o 7 % četnost fixací na reklamní zařízení nacházející se v extravilánu. Průměrná délka fixace na reklamní zařízení v extravilánu ve dne byla 0,42 s a v noci 0,49 s.

Četnost fixací na reklamní zařízení byla ve dne vyšší než v noci, naopak průměrná doba fixace byla ve dne nižší než v noci. Důvod vyšší četnosti fixací ve dne může být způsobeno, že probandi věnovali více pohledů na reklamní zařízení, které nebyly osvětlené (reklamy na plotě, budově, či sloupě veřejného osvětlení). Naopak v noci tím, že tyto reklamní zařízení nebyly osvětlené, tak byly méně vidět, a proto se na tyto reklamní zařízení probandi neřídili. Vyšší průměrná doba fixace na reklamní zařízení v noci mohla být způsobena tím, že noční fixace na reklamní zařízení byly na osvětlené reklamy.

Poslední část diplomové práce se zabývala komparací vizuálního vnímání dopravního značení a reklamního zařízení. Celkově bylo 977 fixací na dopravní značení a 39 fixací na reklamní zařízení. Průměrná doba fixace na všechny dopravní značení byla 0,48 s a na reklamní zařízení 0,38 s. Tyto dva analyzované soubory mají mnohonásobně rozdílný rozsah hodnot, a proto porovnání není zcela vypovídající. Pro lepší posouzení je zapotřebí větší početnosti fixací na reklamní zařízení, tudíž vybrat jiný měřicí úsek, kde se bude nacházet větší množství reklamních zařízení.

Ve studii Madleňák [42] uvádí, že během jízdy v extravilánu v noci se probandi podívali na 21 % dopravního značení a během dne se zaměřili na 35 % dopravního značení. Tyto výsledky jsou v souladu s výsledky této práce. Kdy vyšlo, že v extravilánu v noci bylo 32 % fixací na dopravního značení a ve dne 21 % fixací na dopravního značení. Ve studii se zabýval i vizuálním vnímáním reklamních zařízení, kde uvádí, že se probandi během dne dívali více na reklamní zařízení než v noci, což je v souladu i s výsledky této studie.

Ve studii Hudák [21] uvádí, že průměrná doba fixace na reklamní zařízení během jízdy v intravilánu ve dne je 0,45 s, což je o 0,11 s víc, než vyšlo v této studii, kdy byla průměrná doba fixace 0,34 s. Průměrnou dobu fixace na dopravní značení uvádí 0,25 s, což v této studii vyšlo 0,37 s.

Průměrná doba fixace na reklamní zařízení v intravilánu ve dne byla 0,34 s a v extravilánu 0,42 s, což je o trochu delší průměrná doba fixace než ve studii Costa [22], který uvádí hodnoty pro intravilán 0,26 s a pro extravilán 0,36 s.

## 8 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo analyzovat odklon pozornosti vlivem vybraných rušivých podnětů při řízení. Na řidiče působí množství faktorů, které odklání pozornost od řízení a mohou vést k prodloužení reakční doby.

Teoretická část diplomové práce zahrnuje problematiku odklonu pozornosti řidiče při řízení. Řidič musí mít během řízení vozidla dobrý přehled o dění na pozemní komunikaci a v jejím okolí. Vlivem prvků, které odklání pozornost od řízení se zvyšuje pravděpodobnost nesprávné reakce, což může vést k vzniku nehody. Na základě vypracované rešeršní části byly vybrány prvky, které ovlivňují chování řidiče a působí na něj z okolí pozemní komunikace, konkrétně dopravní značení a reklamní zařízení. V okamžiku, kdy řidiče při řízení vozidla upoutá pozornost na reklamní zařízení, dochází ke snížení koncentrace, a to může zvýšit pravděpodobnost vzniku dopravní nehody. Oproti tomu dopravní značení musí řidič při řízení vnímat a je tedy nutnou součástí provozu na pozemních komunikacích. Z tohoto důvodu byly tyto dva prvky vybrány pro komparaci.

V praktické části diplomové práce byla provedena analýza vlivu vybraných rušivých podnětů na chování řidiče. V první řadě bylo zapotřebí vyhodnotit videozáznamy z jízdy na měřeném úseku. Na měřeném úseku bylo 2884 dopravních značení a 810 reklamních zařízení, z toho se 1750 dopravních značek nacházelo v intravilánu a 1134 v extravilánu. Reklamních zařízení se nacházelo 720 v intravilánu a 90 v extravilánu. Dopravní značení bylo rozdělené do 6 analyzovaných skupin – výstražné, upravující přednost, zákazové, příkazové, informativní a dočasné dopravní značení. U reklamního zařízení se z důvodu malé četnosti fixací neuvažovalo rozdělení do kategorií.

Na základě získaných výsledků lze říct, že průměrná doba fixace na dopravní značení byla 0,48 s. Při komparaci vizuálního vnímání den/noc v intravilánu byla průměrná doba fixace ve dne 0,37 s a v noci 0,41 s. V extravilánu byla průměrná doba fixace ve dne 0,51 s a v noci 0,56 s. Probandi měli nejdelší doby fixace na informativní značení, kdy v extravilánu v noci byla doba fixace až 0,62 s. Lze tedy z výsledků vyvodit, že doby fixace byly v noci delší než ve dne.

U reklamního zařízení byla průměrná doba fixace 0,38 s. Při komparaci vizuálního vnímání den/noc v intravilánu byla průměrná doba fixace 0,34 s a v noci 0,35 s. Avšak je potřeba podotknout, že ve dne bylo 20 fixací na reklamní zařízení a v noci bylo pouze 6 fixací. Ve dne byly fixace na reklamní zařízení, které nejsou osvětlené (reklamy na sloupě veřejného osvětlení, či reklamy na budově nebo neosvětlené statické billboardy). V noci převažovaly fixace na reklamní zařízení, které bylo osvětlené. Při komparaci vizuálního vnímání den/noc v extravilánu byla průměrná doba fixace ve dne 0,42 s a v noci 0,49 s.

Z výsledků lze vyvodit, že doba fixace na dopravní značení byla delší než na reklamní zařízení. Avšak je potřeba podotknout, že reklamních zařízení se v okolí pozemní komunikace nacházelo o mnoho méně než dopravních značení, a tudíž pro více vypovídající měření by bylo zapotřebí vykonat měření na úseku, kde se nachází více reklamních zařízení, popřípadě vybrat různé trasy.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] HEDLUND, Jim, Herbert SIMPSON a Daniel MAYHEW. *International conference on distracted driving: Summary of proceedings and recommendations*. 2005.
- [2] REGAN, Michael, John LEE a Kristie YOUNG. *Driver distraction: theory, effects, and mitigation*. Boca Raton: CRC Press, 2009, xvii, 654 s. : il. ISBN 978-0-8493-7426-5.
- [3] REGAN, , Charlene HALLETT a Craig GORDON. Driver distraction and driver inattention: Definition, relationship and taxonomy. *Accident Analysis & Prevention*. 2011, 43, 1771-1781.
- [4] PETTITT, Michael, Gary BURNETT a Alan STEVENS. *Defining driver distraction*. University of Nottingham, 2005.
- [5] KABER, David, Yulan LIANG, Yu ZHANG, Meghan ROGERS a Shruti GANGAKHEDKAR. Driver performance effects of simultaneous visual and cognitive distraction and adaptation behavior. *Transportation research part F*. 2012, 15, 491-501.
- [6] LIANG, Yulan a John LEE. Combining cognitive and visual distraction: Less than the sum of its parts. *Accident Analysis and Prevention*. 2010, 42, 881-890.
- [7] ZHANG, Fangda, Shashank MEHROTRA a Shannon ROBERTS. Driving distracted with friends: Effect of passengers and driver distraction on young drivers' behavior. *Accident Analysis and Prevention*. 2019, 132(105246).
- [8] KARTHAUS, Melanie, Edmund WASCHER, Michael FALKENSTEIN a Stephan GETZMANN. The ability of young, middle-aged and older drivers to inhibit visual and auditory distraction in a driving simulator task. *Transportation Research part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2020, 68, 272-284.
- [9] MORGENSTERN, Tina, Elisabeth WÖGERBAUER, Frederik NAUJOKS, Josef KREMS a Andreas KEINATH. Measuring driver distraction: Evaluation of the box task method as a tool for assessing in-vehicle system demand. *Applied Ergonomics*. 2020, 88, 103181.
- [10] ITO, Hajime, Hiroshi UNO, Bunji ATSUMI a Motoyuki AKAMATSU. Visual distraction while driving. *Latss Research*. 2001, 25, 21.

- [11] OLSSON, S. a P. BURNS. *Measuring Driver Visual Distraction with a Peripheral Detection Task*. 2000.
- [12] TOPOLOŠEK, Darja, Igor AREH a Tina CVAHTE. Examination of driver detection of roadside traffic signs and advertisements using eye tracking. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*. 2016, 43, 212-224.
- [13] CHOUDHARY, Pushpa a Nagendra VELAGA. Modelling driver distraction effects due to mobile phone use on reaction time. *Transportation research part C: Emerging technologies*. 2017, 77, 351-365.
- [14] *Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů*.
- [15] CHOUDHARY, Pushpa a Nagendra VELAGA. Effects of phone use on driving performance: A comparative analysis of young and professional drivers. *Safety science*. 2019, 111, 179-187.
- [16] ORTIZ, C., S. ORTIZ-PEREGRINA, J.J CASTRO, M. CASARES-LÓPEZ a C. SALAS. Driver distraction by smartphone use (WhatsApp) in different age groups. *Accident Analysis and Prevention*. 2018, 117, 239-249.
- [17] BUCSUHÁZY, Kateřina, Marek SEMELA, Michal BELÁK, Pavel MAXERA, Martin BILÍK, Vlastimil RÁBEK a Zůvala ROBERT. Analysis of selected off-road glances during driving in real road traffic. *Transportation Research Procedia*. 2020, 45, 580-586.
- [18] KUJALA, Tuomo, Johanna SILVENNOINEN a Annegret LASCH. Visual-manual in-car tasks decomposed: text entry and kinetic scrolling as the main sources of visual distraction. *Proceedings of the 5th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. 2013, , 82-89.
- [19] FRANÇOIS, Mathilde, Philippe CRAVE, François OSIURAK, Alexandra FORT a Jordan NAVARRO. Digital, analogue, or redundant speedometers for truck driving: Impact on visual distraction, efficiency and usability. *Applied ergonomics*. 2017, 65, 12-22.
- [20] DUKIC, Tania, Christer AHLSTROM, Christopher PATTEN, Carmen KETTWICH a Katja KIRCHER. Effects of electronic billboards on driver distraction. *Traffic injury prevention*. 2013, 14(5), 469-476.

- [21] HUDÁK, Martin a Radovan MADLEŇÁK. The Research of Driver Distraction by Visual Smog on Selected Road Stretch in Slovakia. *Procedia Engineering*. 2017, 178, 472-479.
- [22] COSTA, Marco, Leonardo BONETTI, Valeria VIGNALI, Arianna BICHICCHI, Claudio LANTIERI a Andrea SIMONE. Driver's visual attention to different categories of roadside advertising signs. *Applied ergonomics*. 2019, 78, 127-136.
- [23] STRAYER, David, Joel COOPER, Jonna TURRILL, James COLEMAN, Nate MEDEIROS-WARD a Francesco BIONDI. *Measuring Cognitive Distraction in the Automobile*. 2013.
- [24] D'ADDARIO, Pamela, Birsen DONMEZ a Kurt ISING. EMG provides an earlier glimpse into the effects of cognitive distraction on brake motor response. In: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. Los Angeles: SAGE Publications, 2014, s. 2200-2204.
- [25] YOUNG, Richard. Cognitive distraction while driving: A critical review of definitions and prevalence in crashes. *SAE International journal of passenger cars-electronic and electrical systems*. 2012, 5, 326-342. Dostupné z: doi:10.4271/2012-01-0967
- [26] JIN, Lisheng, Qingning NIU, Haijing HOU, Huacai XIAN, Yali WANG a Dongdong SHI. Driver Cognitive Distraction Detection Using Driving Performance Measures. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. 2012.
- [27] BEEDE, Kristen a Steven KASS. Engrossed in conversation: The impact of cell phones on simulated driving performance. *Accident Analysis & Prevention*. 2006, 38(2), 415-421.
- [28] HURTADO, Stephanie a Sonia CHIASSON. An Eye-tracking Evaluation of Driver Distraction and Unfamiliar Road Signs. In: *Proceedings of the 8th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. 2016, s. 153-160.
- [29] ATIQUZZAMAN, Md, Yan QI a Ryan FRIES. Real-time detection of drivers' texting and eating behavior based on vehicle dynamics. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*. 2018, 58, 594-604.
- [30] CHOUDHARY, Pushpa a Nagendra VELAGA. A comparative analysis of risk associated with eating, drinking and texting during driving at unsignalised intersection. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*. 2019, 63, 295-308.

- [31] LOUVETON, N., R. MCCALL, V. KOENIG, T. AVANESOV a T. ENGEL. Driving while using a smartphone-based mobility application: Evaluating the impact of three multi-choice user interfaces on visual-manual distraction. *Applied ergonomics*. 2016, 54, 196-204.
- [32] BRODSKY, Warren. A performance analysis of In-Car Music engagement as an indication of driver distraction and risk. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*. 2018, 55, 210-218.
- [33] KAPLÁNEK, Aleš. *Analýza reakcí řidičů na složené podněty* [online]. Brno, 2010 [cit. 2021-06-10]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=25915](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=25915). Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [34] BELÁK, Michal. *Zjištění doby potřebné pro řidiče k vyhodnocení situace za vozidlem při odbočování a předjíždění* [online]. Brno, 2020 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=206507](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=206507). Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [35] NOVOTNÝ, Stanislav. *Interaktivní simulátory dopravních prostředků pro analýzu spolehlivosti interakce řidiče s vozidlem* [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-02-19]. Dostupné z: <https://portal.cvut.cz/wp-content/uploads/2017/04/HP2014-30-Novotny.pdf>. České vysoké učení technické v Praze.
- [36] KUO, Jonny, Michael LENNÉ, Megan MULHALL et al. Continuous monitoring of visual distraction and drowsiness in shift-workers during naturalistic driving. *Safety science*. 2019, 119, 112-116.
- [37] BACKER-GRØNDAH, Agathe a Fridulv SAGBERG. Driving and telephoning: Relative accident risk when using hand-held and hands-free mobile phones. *Safety science*. 2011, 49(2), 324-330.
- [38] VOLLRATH, Mark, Anja HUEMER, Carolin TELLER, Anastasia LIKHACHEVA a Jana FRICKE. Do German drivers use their smartphones safely?—Not really!. *Accident Analysis and Prevention*. 2016, 96, 29-38.
- [39] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění*. Praha: Grada Publishing a.s., 2004, 94 s. ISBN 80-247-0786-1.



- [40] VETTURI, David, Michela TIBONI, Giulio MATERNINI a Michela BONERA. Use of eye tracking device to evaluate the driver's behaviour and the infrastructures quality in relation to road safety. *Transportation Research Procedia*. 2020, 45, 587-595.
- [41] IVANOV, Trojan. *Elektronické bezpečnostní systémy silničních motorových vozidel* [online]. Pardubice, 2010 [cit. 2021-05-26]. Dostupné z: [https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/39700/IvanovT\\_Elektronick%C3%A9%20syst%C3%A9my\\_2011\\_PS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/39700/IvanovT_Elektronick%C3%A9%20syst%C3%A9my_2011_PS.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Bakalářská práce. Univerzita Pardubice.
- [42] MADLEŇÁK, Radovan, Dominika HOŠTÁKOVÁ, Lucia MADLEŇÁKOVÁ, Pawel DROZDZIEL a Adam TÖRÖK. The analysis of the traffic signs visibility during night driving. *Advances in Science and Technology. Research Journal*. 2018, 12(2).
- [43] Wearable eye tracking system for behavioral research: Dikablis Glasses 3. *Ergoneers* [online]. [cit. 2021-06-03]. Dostupné z: <https://www.ergoneers.com/en/hardware/dikablis-glasses/>
- [44] Vehicle Testing Kit Landingpage - 1- EN - ERGONEERS. *Ergoneers* [online]. [cit. 2021-06-03]. Dostupné z: <https://www.ergoneers.com/en/landingpages/vehicle-testing-kit-landingpage-en/>
- [45] KLADIVO, Petr. *Základy statistiky*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013. ISBN 978-80-244-3841-2.
- [46] *Google maps* [online]. Google, 2021 [cit. 2021-05-25]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [47] VaV-ASN – VUT. *Vysoké učení technické v Brně* [online]. Copyright © 2021 VUT [cit. 2021-06-03]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/usi/vav/asn>
- [48] MAXERA, P., M. BELÁK a M. SEMELA. Měřicí vozidlo Ústavu soudního inženýrství. *Soudní inženýrství*. 2018, 29(3), 54-55. ISSN 1211-443X.
- [49] Nový vůz pomůže při výuce i výzkumu chování řidičů. Vědci díky němu získají nová data pro analýzu dopravních nehod - Aktuality – VUT. *Vysoké učení technické v Brně* [online]. Copyright © 2021 VUT [cit. 2021-06-08]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/vut/aktuality-f19528/novy-vuz-pomuze-pri-vyuce-i-vyzkumu-chovani-ridicu-vedci-diky-nemu-ziskaji-nova-data-pro-analyzu-dopravnich-nehod-d177223>

## SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 – Zdroje distrakce a jejich příklady (přeloženo z Regan [2]).....	17
Tab. č. 2 – Zdroje distrakce v závislosti na typu .....	17
Tab. č. 3 - Dopravní značení v intravilánu – den .....	40
Tab. č. 4 - Dopravní značení v intravilánu – noc.....	42
Tab. č. 5 – Dopravní značení v intravilánu den/noc .....	44
Tab. č. 6 - Dopravní značení extravilán – den.....	46
Tab. č. 7 - Dopravní značení extravilán – noc.....	48
Tab. č. 8 - Dopravní značení v extravilánu den/noc.....	49
Tab. č. 9 – Reklamní zařízení v intravilánu .....	52
Tab. č. 10 - Reklamní zařízení v extravilánu .....	54
Tab. č. 11 – Dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu ve dne.....	56
Tab. č. 12 – Dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu.....	58
Tab. č. 13 - Dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu ve dne.....	60
Tab. č. 14 - Dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu v noci .....	61
Tab. č. 15 – Dopravní značení a reklamní zařízení .....	63

## SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Dopravní značení na měřeném úseku .....	34
Graf č. 2 – Celkový počet reklamních zařízení na měřeném úseku .....	35
Graf č. 3 – Dopravní značení .....	37
Graf č. 4 – Box plot dob fixace na dopravní značení ve dne – intravilán.....	40
Graf č. 5 – Četnost dob fixace na dopravní značení ve dne – intravilán.....	41
Graf č. 6 – Box plot dob fixace na dopravní značení v noci – intravilán.....	43
Graf č. 7 – Četnost dob fixace na dopravní značení v noci – intravilán.....	43
Graf č. 8 – Box plot dob fixace na dopravní značení ve dne/v noci – intravilán .....	44
Graf č. 9 – Četnost dob fixace na dopravní značení ve dne/v noci – intravilán .....	45
Graf č. 10 – Box plot dob fixace na dopravní značení ve dne – extravilán.....	46
Graf č. 11 – Četnost dob fixace na dopravní značení ve dne – extravilán .....	47
Graf č. 12 – Box plot dob fixace na dopravní značení v noci – extravilán .....	48
Graf č. 13 – Četnost dob fixace na dopravní značení v noci – extravilán.....	49
Graf č. 14 – Box plot dob fixace na dopravní značení ve dne/v noci – extravilán.....	50
Graf č. 15 – Četnost dob fixace na dopravní značení ve dne/v noci – extravilán .....	51
Graf č. 16 – Box plot dob fixace na reklamní zařízení v intravilánu .....	53
Graf č. 17 – Četnost dob fixace na reklamní zařízení v intravilánu.....	53
Graf č. 18 – Box plot dob fixace na reklamní zařízení v extravilánu.....	55
Graf č. 19 – Četnost dob fixace na reklamní zařízení v extravilánu.....	55
Graf č. 20 – Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu ve dne.....	57
Graf č. 21 – Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu ve dne .....	57
Graf č. 22 – Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu v noci .....	58
Graf č. 23 – Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v intravilánu v noci.....	59
Graf č. 24 – Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu ve dne .....	60
Graf č. 25 – Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu ve dne .....	61
Graf č. 26 – Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu v noci .....	62
Graf č. 27 – Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení v extravilánu v noci.....	62
Graf č. 28 – Box plot dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení .....	64
Graf č. 29 – Četnost dob fixace na dopravní značení a reklamní zařízení .....	64

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Tunelové vidění [25] .....	20
Obr. č. 2 – Eeyetracker Dikablis Glasses [43].....	29
Obr. č. 3 – Vehicle testing kit [44] .....	29
Obr. č. 4 – Počátek přesunu pohledu [vlastní] .....	30
Obr. č. 5 – Počátek fixace [vlastní] .....	30
Obr. č. 6 – Konec fixace [vlastní] .....	30
Obr. č. 7 – Konec přesunu pohledu [vlastní].....	30
Obr. č. 8 – Plánek trasy [46] .....	32
Obr. č. 9 – Testovací vozidlo [47] .....	33
Obr. č. 10 – Řidič s eyetracker Dikablis Glasses [49] .....	33
Obr. č. 11 – Vehicle testing kit [49].....	33
Obr. č. 12 – Statický billboard [vlastní].....	35
Obr. č. 13 – Reklama umístěná na plotě [vlastní].....	35
Obr. č. 14 – Reklamní poutače na sloupě veřejného osvětlení [vlastní] .....	36
Obr. č. 15 – Reklamy na budově [vlastní] .....	36
Obr. č. 16 – Čerpací stanice [vlastní] .....	36
Obr. č. 17 - Reklamní zařízení v noci [vlastní].....	36
Obr. č. 18 – Výstražné dopravní značení [vlastní] .....	37
Obr. č. 19 – Dopravní značení upravující přednost [vlastní] .....	37
Obr. č. 20 – Zákazové dopravní značení [vlastní].....	38
Obr. č. 21 – Příkazové dopravní značení [vlastní] .....	38
Obr. č. 22 – Informativní dopravní značení [vlastní] .....	38
Obr. č. 23 – Dočasné dopravní značení [vlastní] .....	38
Obr. č. 24 – Retroreflexní dopravní značení [vlastní] .....	38
Obr. č. 25 – Dopravní značení v noci [vlastní] .....	38

## SEZNAM ZKRATEK

DRT	Detection response task – laboratorní měření detekce podnětu a doby odezvy
EEG	Elektroencefalografie – metoda snímání elektrické aktivity mozku
EKG	Elektrokardiografie – metoda snímání elektrické aktivity srdce
EMG	Elektrookulografie – metoda snímání elektrické aktivity svalů
EOG	Elektromyografie – metoda snímání pohybu očí
PDT	Periferní detekce úkolu
VTK	Vehicle testing kit