

*When something can be read without effort,
great effort has gone into its writing.*

Enrique Jardiel Poncela

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

**VLIV DENNÍHO A NOČNÍHO REŽIMU
NA PERCEPCI MAP**

Bakalářská práce

Romana FILICKÁ

Vedoucí práce RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M.

Olomouc 2018
Geoinformatika a geografie

ANOTACE

Denní a noční režim je hojně využívaná funkcionality při práci s mapou v digitální podobě. Spousta uživatelů má přepínání mezi denním a nočním režimem nastaveno automaticky. Není však zřejmé, zda tato funkcionality napomáhá k lepšímu transferu informací mezi mapou a uživatelem při změně světelných podmínek. Cílem bakalářské práce je tedy zjištění vlivu denního a nočního režimu na percepci map.

Mezi dílčí cíle práce patří podrobná rešerše literatury, na základě níž byl vytvořený ucelený pohled na danou problematiku a byly vymezeny rozdíly mezi denním a nočním režimem. Následující dílčí cíl navazující na rešerši literatury je tvorba online dotazníku z důvodu zjištění uživatelských preferencí, které byly dále využité při tvorbě eye-tracking experimentu. Eye-tracking experimentu se zúčastnilo celkem 43 respondentů, kteří byli dále kategorizováni podle průměrného počtu hodin strávených za volantem týdně a podle používání navigací. První část eye-tracking experimentu se zabývá samotnou orientací účastníků v mapě s denním a nočním režimem při změně světelných podmínek. Druhá část eye-tracking experimentu zjišťuje kromě orientace v mapě i správnost odpovědí a preference uživatelů jednotlivého barevného provedení.

Výsledkem práce je statistické vyhodnocení nasbíraných dat týkající se vlivu denního a nočního režimu za využití při různých světelných podmínkách, vyhodnocení barevných preferencí v porovnání s použitelností a vytvoření závěru týkajícího se dané problematiky.

KLÍČOVÁ SLOVA

digitální mapa; percepcie map; denní režim; noční režim; znakový klíč; eye-tracking

Počet stran práce: 73

Počet příloh: 1 (DVD)

ANOTATION

Day and night monitor mode is a widely used functionality when working with any digital devices, including a map in digital form. A lot of users don't use a switch between day and night mode, and it is set automatically. However, it is not proofed if this functionality really helps to improve the transfer of information between the map and the user when changing the lighting conditions. The bachelor thesis aims to evaluate the influence of day and night monitor mode on the map users' perception.

The sub-goals of the thesis includes a detailed search of the literature. From gained knowledge, a comprehensive view of the issue was created and the differences between day and night monitor modes were described. The following sub-goal was the creation of an online questionnaire to identify user preferences. User testing, implemented via an eye-tracking experiment, have been realised by 43 respondents. Respondents were categorised by the average number of hours spent per week per wheel and the use of navigation. The first part of the eye-tracking experiment focuses the orientation of the participants in the day and night mode of map views when changing the lighting conditions. The second part of the eye-tracking test identifies the correctness of the answers and preferences of users of the individual colour scheme in addition to the orientation in the map.

The result of the thesis is the evaluation of the user testing and the interpretation of the research results.

KEYWORDS

Digital map; Map perception; Day mode; Night mode; Map symbology; Eye-tracking

Number of pages 73

Number of appendixes 1 (DVD)

Prohlašuji, že

- bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu,
- jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo,
- beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užívat (§ 35 odst. 3),
- souhlasím, aby jeden výtisk bakalářské práce byl uložen v Knihovně UP k prezenčnímu nahlédnutí,
- souhlasím, že údaje o mé bakalářské práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP,
- v případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít výsledky a výstupy mé bakalářské práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,
- použít výsledky a výstupy mé bakalářské práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci 4. května 2018

Romana Filická

Poděkování

Mé poděkování patří především vedoucí bakalářské práce RNDr. Aleně Vondrákové, Ph.D. LL.M. za odborné vedení, rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích. Děkuji také Mgr. Alžbětě Brychtové Ph.D. za poskytnutí RGB kódů využívaných při denním a nočním režimu. Dále mé poděkování patří Mgr. Stanislavovi Popelkovi, Ph.D. za pomoc při realizaci eye-tracking experimentu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat všem respondentům jak online dotazníku, tak účastníkům eye-tracking experimentu za jejich čas. Dále bych ráda touto cestou poděkovala mé rodině, která mi umožnila studium a byla mi oporou po celou jeho dobu.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	12
ÚVOD	13
1 CÍLE PRÁCE.....	9
2 METODY A POSTUP PRÁCE.....	10
2.1 Použité metody	10
2.2 Použitá data	11
2.3 Použité programy	11
2.4 Postup zpracování.....	12
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	14
3.1 Analogová & digitální mapa	14
3.2 Percepce map	15
3.2.1 Netechnologické aspekty mapové tvorby	15
3.2.2 Znakový klíč	16
3.3 Režim mapy	17
3.3.1 Jas a kontrast.....	17
3.3.2 Barva.....	18
3.3.3 Barvy použité v navigačních přístrojích	18
3.3.4 Denní režim mapy	19
3.3.5 Noční režim mapy	20
3.3.6 Přístroje využívané pro navigační účely	21
3.3.7 Výzkumné metody navigací	25
4 HODNOCENÍ UŽÍVÁNÍ NAVIGACÍ A PREFERENCE BAREV	26
4.1 Realizace a obsah dotazníkového šetření	26
4.2 Otázky a odpovědi.....	26
5 UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ	31
5.1 Návrh testování	32
5.2 Příprava eye-tracking experimentu	32
5.3 Realizace eye-tracking experimentu.....	33
5.3.1 Technické provedení eye-tracking experimentu	33
5.3.2 Charakteristika respondentů	35
5.3.3 První část testování.....	35
5.3.4 Druhá část testování	53
6 VÝSLEDKY	63
6.1 Úvodní dotazníkové šetření	63
6.2 Vyhodnocení testování eye-tracking.....	63
7 DISKUZE	66
7.1 Rešerše.....	66
7.2 Úvodní dotazníkové šetření	66
7.3 Metoda eye-tracking.....	66
8 ZÁVĚR	69
POUŽITÉ ZDROJE	71

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
ET	eye-tracking
EEG	elektroencefalografie
EKG	elektrokardiogram
DR	denní režim navigace
NR	noční režim navigace
D+DR	jízda ve dne s denním režimem navigace
D+NR	jízda ve dne s nočním režimem navigace
N+DR	jízda v noci s denním režimem navigace
N+NR	jízda v noci s nočním režimem navigace
2D	2-dimensionální
3D	3-dimensionální

ÚVOD

Již dlouho slouží mapy jako komunikační prostředek pro sdělování prostorových informací. Při procesu přenosu informací mezi kartografem a uživatelem však může docházet k šumu (Svobodová, 2009). Mapa jako komunikační kanál nemusí vždy poskytnout uživateli všechny informace, které do ní byly kartografem vloženy, a to například z důvodu špatně zvolených kartografických vyjadřovacích prostředků nebo čistě kvůli účelu mapy, který přenos všech informací nevyžaduje. Zvolené kartografické vyjadřovací prostředky mohou obecně potlačit nebo naopak zvýraznit některé informace, aby byla v mapě zachována hierarchie prezentovaných informací.

Základní úlohou moderní kartografie by měla být snaha odstraňovat šum v kartografickém komunikačním procesu pomocí využití moderních technologií (např. eye-tracking) a snaha o to, aby transfer informací z mapy k uživateli byl rychlý, přesný a efektivní. Moderní kartografie se tedy zabývá uživatelskými aspekty, které jsou předmětem mnoha studií, vědeckých výzkumů a publikací (např. van Elzakker a Wealands, 2007; Kramers, 2007; Nivala, 2007; Pucher, 2008; in Vondráková, 2016). Je zcela nezbytné, aby byly uživatelské aspekty zohledněny při tvorbě map a tudíž byly základem pro kvalitní mapový výstup, který lze využít v různých oborech.

Z výše uvedených důvodů probíhá v současné době řada kartografických výzkumů, které se dotýkají různých témat od teoretických poznatků až po čistě praktické využití (Vondráková a Popelka, 2014). S pokrokem moderních technologií se uživatelské aspekty čím dál tím více řeší také s ohledem na médium mapy a jejich specifika.

Téma bakalářské práce vzniklo v návaznosti na předchozí výzkum realizovaný na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci, kdy byly studovány například barevné vzdálenosti a jejich vliv na percepci uživatele, uživatelské preference při používání různých typů map a další. Vybraným tématem pro tuto práci je denní a noční režim zobrazení digitálních map, kdy odlišnost uvedených režimů vznikla z důvodu snadnější práce s mapou za jakýchkoliv světelných podmínek, aby pro uživatele mapy bylo čtení přijatelnější, snazší a v některých případech je neohrozilo na bezpečnosti například při používání navigace v autě. Cílem bakalářské práce je proto výzkum vlivu denního a nočního režimu na percepci map a uživatelské preference, a to za využití kvalitativních i kvantitativních metod výzkumu.

1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je **hodnocení vlivu denního a nočního režimu na percepci map**. Tohoto cíle je dosaženo kombinací výzkumných metod, které zahrnují zjišťování preferencí uživatelů prostřednictvím dotazníku a hodnocení percepce map prostřednictvím eye-tracking experimentu.

Aby bylo možné hlavní cíl bakalářské práce realizovat, byly vymezeny dílčí cíle práce. Mezi **dílčí cíle v teoretické části práce** patří:

- podrobná rešerše literatury týkající se dané problematiky,
- vymezení rozdílu mezi denním a nočním režimem,
- vymezení objektivních a subjektivních vlivů působících na uživatele mapy a identifikace odlišností v použitém znakovém klíči pro denní a noční režim.

Mezi dílčí cíle v **praktické části práce** patří:

- zjištění uživatelských preferencí v percepci map použitím online dotazníku,
- vytvoření eye-tracking experimentu na základě zjištěných preferencí z online dotazníku, realizace a vyhodnocení eye-tracking experimentu,
- statistické vyhodnocení naměřených dat, interpretace získaných poznatků a vyhodnocení závěrečného hodnocení.

Výsledkem bakalářské práce je uživatelské srovnání denního a nočního čtení map použitého u navigací a srovnání znakových klíčů použitých při denním a nočním režimu.

Bakalářská práce vznikla s úmyslem přispět novými poznatky týkající se moderní kartografie k lepšímu porozumění vybraných uživatelských aspektů a s úmyslem interpretovat závěrečné vyhodnocení mezi vlivem denního a nočního režimu na percepci map pro lepší tvorbu map v těchto provedeních.

2 METODY A POSTUP PRÁCE

Pro správné stanovení metod a postupu práce byla nejprve prostudována literatura týkající se řešeného tématu a provedených případových studií, na základě čehož byly vymezeny základní pojmy a byl navržen postup práce.

Díky prostudování již existujících přístupů byly v teoretické části práce vymezeny rozdíly mezi jednotlivými režimy sledování map (denní vs. noční) a dále byly vymezeny objektivní a subjektivní vlivy uživatelského vnímání. Výsledkem teoretické části bakalářské práce je identifikace odlišností provedení v obou existujících režimech.

Pro zjištění preferencí týkajících se používání navigací uživateli byl realizován online dotazník. Informace získané z tohoto dotazníku byly využity při přípravě eye-tracking testování (dále jen ET testování). ET testování bylo vytvořeno na základě literární rešerše, vyhodnocených poznatků z online dotazníků a v návaznosti na konzultace s vedoucí bakalářské práce. Části ET testování byly navrženy tak, aby evokovaly hlavní cíle práce.

2.1 Použité metody

Metody vedoucí k naplnění cílů práce byly vymezeny na základě **obsáhlé literární rešerše** v návaznosti na odborné konzultace. V literární rešerši bylo čerpáno především z online odborných publikací, elektronických příspěvků, studií a článků, to vše s využitím univerzitního přístupu do mezinárodních databází.

Pro zjištění preferencí uživatelů byla využita rozšířená **metoda online dotazníků**, pomocí níž byly zjištěny potřebné informace pro návrh a realizaci ET experimentu. Online dotazník byl zrealizován v prostředí *Vyplnto.cz* z důvodu uživatelsky přívětivého prostředí a především s ohledem na funkci větvení otázek. Dotazník byl rozšířen mezi potenciální respondenty, tedy uživatele navigačních přístrojů, především prostřednictvím sociálních sítí. Svým obsahem dotazník zjišťoval preference uživatelů na základě jednoduchých otázek s minimem volných odpovědí (z důvodu kvantitativního statistického vyhodnocení výsledků). Papírové dotazníky nebyly realizované z důvodu neefektivnosti, tj. časové náročnosti, organizační náročnosti a složitějšímu způsobu zpracování získaných výsledků z vyplněných formulářů, když dostatečný počet respondentů byl získán v digitálním prostředí.

Metodou pro získání potřebných dat z oblasti uživatelského testování je **využití technologie eye-tracking**. Metoda ET testování je v dnešní době využívána v oblasti výzkumu v různých oborech, především v kognitivních procesech. ET experiment byl navržený tak, aby zkoumal rozlišnosti percepce uživatelů při denním a nočním režimu čtení mapy. Konkrétně při zkoumání percepce nočního režimu čtení map byla eye-tracking laboratoř světelně upravena z důvodu nastínění co nejobektivnější reálné situace a snaze předejít vnějším vlivům, které by mohly negativně ovlivnit výsledné výstupy; stejně tak bylo postupováno při testování denního režimu. Počet respondentů ET experimentu byl stanovený po odborné konzultaci ve snaze připravit kvalitní reprezentativní vzorek a získat relevantní výstupní hodnoty. K analýze výstupních dat z ET testování byly využity statistické metody. Výstupy byly transformovány pomocí softwaru SMI BeGaze™ do textového souboru (*.txt) a následně dále zpracovávány. Exportovat lze surová (raw) data i identifikované fixace a sádky (Popelka, 2015). Předběžná analýza vybraných dat byla prováděna v prostředí OGAMA 5.0. Mezi sledované parametry při první části ET experimentu byly zařazeny především počet

a délka fixací při kombinacích denního a nočního režimu v odlišných světelných podmínkách. V druhé části ET experimentu byly do sledovaných parametrů zařazeny správnost jednotlivých odpovědí a preference uživatelů na jednotlivé barevné provedení jak pro denní, tak pro noční režim.

Výsledky dotazníku i ET testování byly **statisticky vyhodnoceny**. Dostupná data byla převedena pro základní statistické metody do tabulkového procesoru Microsoft Excel 2007, pokročilé analýzy byly zpracovány za použití softwaru RStudio.

Mezi další zkoumané parametry při uživatelském testování patřilo hodnocení vybraných oblastí testovaných stimulů (area of interest – AOI) reprezentující oblast navigace, které byly zjištěny pomocí metody *Transition matrix*. Skupiny AOI slouží ke zjištění počtu přesunů mezi zvolenými oblastmi zájmu. Za *Transition matrix* je považována matice udávající přechod pohledu respondenta mezi jednotlivými oblastmi (Popelka, 2015). Sloupce a řádky matice reprezentují oblasti zájmu. Hodnota buněk matice udává, kolikrát se respondent přesunul z jedné zájmové oblasti do druhé. Metoda *scanpath* byla využita z důvodu primární vizualizace trajektorie pohledu respondenta při analýze dat. Ze získaných poznatků byly vyvozeny závěry, které byly interpretovány pro využití v kartografické praxi.

2.2 Použitá data

Data potřebná k realizaci práce byla získána prostřednictvím online dotazníkového šetření a provedením uživatelského testování s využitím technologie ET testování.

První část ET experimentu byla realizována pomocí české hry *Euro Truck Simulator*. Pro druhou část ET experimentu byly vytvořeny jednotlivé stimuly podle potřeb bakalářské práce. Jednotlivé návrhy barevného provedení navigací byly převzaty z open source *Mapbox*. Pro nastínění dopravní situace byly vytvořeny screenshoty z výše uvedené hry *Euro Truck Simulator*, čímž byla získána podkladová polohopisná data a byly vytvořeny vizuální stimuly.

Mezi jednotlivým barevným provedením mapového podkladu navigace byly zařazeny i takové, jejichž kontrast mezi zvýrazněnou následující trasou a mapovým podkladem byl velmi nízký ze snahy získat co nejpřesnější výstupy a závěry. Tato podkladová data byla získána autorskou tvorbou, tj. manuální úpravou existujících stimulů.

2.3 Použité programy

Online dotazník zrealizovaný pro získání preferencí potenciálních uživatelů map v denním a nočním režimu, byl vytvořený v prostředí *Vyplnto.cz*. Tento webový nástroj byl zvolen na základě široké nabídky analýz, srozumitelného návodu a kladných zkušeností uživatelů. Data byla dále zpracovávána v softwaru Microsoft Excel 2013.

Návrh uživatelského testování s využitím technologie ET byl vytvořen na základě vyhodnocení dotazníkového šetření a na základě odborných konzultací. Stimuly byly vytvořené nebo upravené v grafickém softwaru CorelDRAW X5, ve kterém byly také připravené cvičné i testovací úlohy.

Zjišťování preferencí uživatelů při percepci map probíhalo v ET laboratoři na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci. Pro snímání pohybu očí byl využit přístroj SMI RED 250 s frekvencí 250 Hz. Test byl vytvořen v programu SMI Experiment Center™, export dat proběhl v programu SMI BeGaze™.

Následné setřídění a zpracování získaných dat proběhlo v programu OGAMA 5.0. Statistické metody byly realizovány v softwaru RStudio a Microsoft Excel 2007.

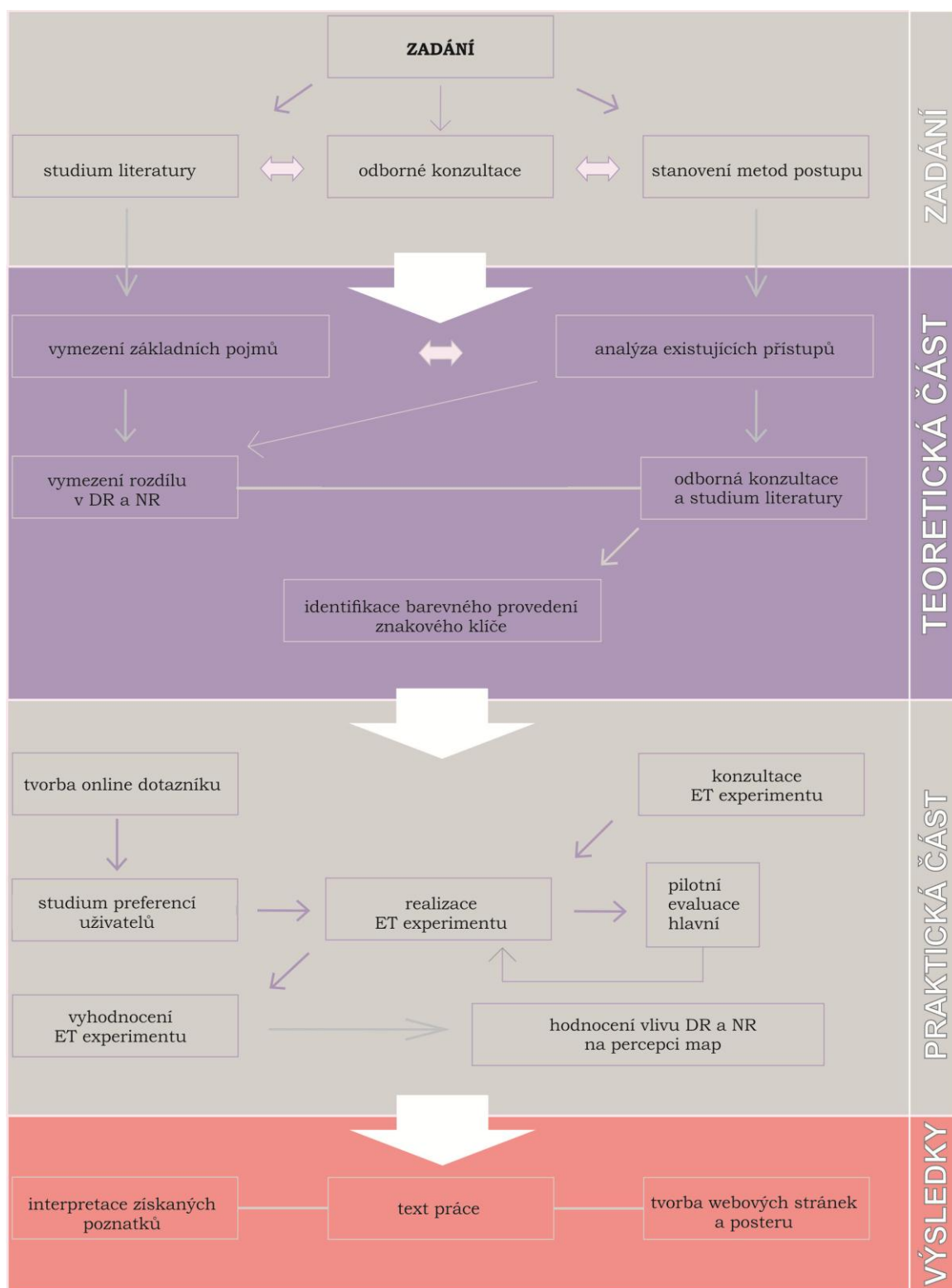
2.4 Postup zpracování

Kompletní postup zpracování bakalářské práce byl sestavený na základě odborných konzultací s vedoucí bakalářské práce a s dalšími pracovníky Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci (obr. 1). Byl stanovený, aby naplňoval hlavní cíl práce a další dílčí cíle potřebné k realizaci bakalářské práce. Do bakalářské práce byly průběžně zapracovávány všechny připomínky vedoucí práce a dalších konzultantů.

Jako první potřebný krok k dosažení správné realizace práce bylo provedeno podrobné prostudování již existující literatury zabývající se řešenou problematikou. Využity byly zahraniční online zdroje a tištěné publikace.

Dále byl sestavený online dotazník, který vznikl za účelem zjištění uživatelských preferencí používání denního a nočního režimu a jeho užitečnosti podle názoru respondentů. Na základě prostudování odborné literatury a zakomponování zjištěných informací byl sestavený eye-tracking experiment. Stimuly využitě v eye-tracking testu byly vytvořeny s patřičnými odlišnostmi znakového klíče tak, aby bylo možné interpretovat vliv denního a nočního režimu na percepci map.

Ve finální fázi byly výsledky z eye-tracking testování podrobeny statistickému vyhodnocení, ze kterého byly vyvozené závěry potřebné k interpretaci získaných poznatků. Jako poslední byl vytvořen poster k bakalářské práci a webové stránky.



Obr. 1 Postup realizace bakalářské práce.

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

V dnešním moderním světě nejsou mapy k dispozici pouze v tištěné podobě, ale daleko častěji uživatel pracuje s digitální podobou mapy. Díky neustálému vývoji a nezastavitelnému pokroku jsou digitální mapy navrženy tak, aby práce s nimi byla co nejjednodušší a uživatelsky přívětivá (Vondráková, 2014). Z tohoto důvodu vznikají nové přístupy, které zlepšují transfer informací z digitální mapy k uživateli. Právě mezi takové „vychytávky“ zlepšující přenos informací patří denní a noční režim. Oba tyto režimy plní stejný účel s jediným rozdílem, kterým se rozumí adaptace na okolnosti použití. Moderní kartografie se snaží o to, aby nedocházelo ke kartografickému šumu při transferu dat mezi mapou a uživatelem (Svobodová, 2009). Proto se v dnešní době využívají moderní přístroje zjišťující jak objektivní tak subjektivní vlivy působící na uživatele při percepci map. Mezi takové technologie patří například eye-tracking, který snímá pohyb očí (Popelka, 2015). Na základě vyhodnocení výsledků se může vývoj vědy, nejenom kartografie jako takové, posouvat vpřed.

3.1 Analogová a digitální mapa

Tak jako všechny vědní obory se ani kartografie nevyhnula přirozenému vývoji s rozvojem lidského myšlení. Kartografické produkty začaly mít díky technické revoluci podobu, která je známá dnes. Podle Voženilka, Kaňoka a kol. (2011) se mapy dělí na základě způsobu záznamu reality do mapy, a to na **mapy analogové**, tj. mapy v tradiční papírové nebo obrazové formě, včetně map plastických a tyflomap, a **mapy digitální**, u kterých je mapový obsah zaznamenán a uložen v podobě digitálního záznamu pro další zpracování na počítači.

Analogová kartografie se řadí mezi starší odvětví kartografie a její vývoj je známý po celá staletí. Analogová kartografie produkuje tištěné mapy vznikající použitím speciálních strojů, se kterými mohou pracovat jen vyškolení odborníci. Produkty vzniklé touto metodou jsou velmi kvalitní, ale jejich tvorba je náročná, proto dnes již vznikají takto pouze díla určená do rukou odborných pracovníků nebo díla umělecká. Z výše uvedeného důvodu se dělí analogová kartografie na kartografii odbornou a uměleckou (Částková, 2010).

V dnešní době je však z mnoha důvodů více rozšířená **kartografie digitální**, někdy nazývaná také jako kartografie počítačová. U digitální kartografie dochází ke tvorbě a zpracování kartografických děl pomocí digitálních technologií. Obsah map se skládá za pomoci speciálního softwaru na počítači. Reprodukován pak může být přes monitor nebo přes tiskárnu či jiné kreslicí zařízení (Částková, 2010).

Díky moderním technologiím využitým v digitální kartografii se vyznačují digitální mapy mnoha výhodami týkajícími se uživatelského rozhraní. Mezi tyto výhody patří manipulace s mapou (zoom, otáčení, posunutí), aktualita dat, volba datových vrstev podle potřeby, změna kartografických znaků a změna prostředí mapy (Čerba, 2008).

Podle Voženilka, Kaňoka a kol. (2011) se při srovnání výsledných map v analogové a digitální podobě ukazuje, že se ve výběru metod v digitálních mapách objevuje více chyb než v případě map analogových. Částečný vliv na tento výsledný poměr chyb mají i nově vznikající specifické individuální styly tvorby map, z nichž některé nerespektují základní pravidla tematické kartografie. Jak dále uvádějí Voženílek, Kaňok a kol. (2011), je to zřejmě způsobeno tím, že digitální mapy v současné době vytvářejí především nekartografové.

3.2 Percepce map

Při řešení různých úkolů se kartografie neobejde bez spolupráce s dalšími vědními obory, včetně psychologie (Švancara, 2007). Kognitivní psychologie, patřící mezi dominantnější podobory psychologie, se zabývá především vědomím, duševními procesy, myšlením a usuzováním (Eysenck a Keane 2008; in Toulavá, 2011). Percepce map je úzce spjatá převážně se zrakovou kognitivní psychologií. Zraková percepce je ovlivněna optickými klamy, které jsou podle Eysencka a Keaneho (2008; in Toulavá, 2011) vysvětlené tvrzením, že pozorovatel sleduje věc ve 2D, ale používá zkušenost ze 3D.

Zrakové vnímání mapy může být chápáno na několika úrovních – celkové, střední a detailní (Brodersen, Andersen a Weber, 2002). Vnímání jednotlivých úrovní je úzce spjato se znalostmi a vědomostmi uživatelů. Všechny zmíněné úrovně percepce mapy jsou v největší míře ovlivněny uživatelskými aspekty, které jsou jednou z nejdiskutovanějších oblastí netechnologických aspektů mapové tvorby a zaměřuje se na ně řada vědeckých výzkumů a publikací (např. van Elzakker a Wealands, 2007; Kramers, 2007; Nivala, 2007; Pucher, 2008; in Vondráková, 2016). Podle Brychtové (2015) se provádějí za účelem zjištění subjektivní odlišnosti mezi uživateli map, nebo pro hodnocení vhodnosti mapy pro určitý typ úlohy, tzv. studie použitelnosti, které jsou vymezené jako studium efektivity, účinnosti a uspokojení.

3.2.1 Netecnologické aspekty mapové tvorby

Podle Vondrákové (2016) jsou uživatelé jedním ze základních determinantů ovlivňující vznik kartografických děl, na které je zaměřena řada vědeckých výzkumů a publikací. Vnímání uživatelů je ovlivněno mnoha faktory, které jsou označovány jako netechnologické aspekty mapové tvorby. Mezi ty je možné zařadit aspekt **estetický, historický, koncepční, organizační, psychologický, sociologický a uživatelský**. Tyto netechnologické aspekty spadají do tří vymezených skupin aspektů: odborných, společenských a uživatelských (Vondráková, 2013).

Podle Morvilla (2004) by kartografická díla neměla splňovat pouze odborné požadavky, ale měla by být kombinací vlastností, jako je užitečnost (možnost využití mapových děl pro praktické účely), efektivnost (snadnost použití), atraktivnost (žádoucí pro uživatele), přehlednost (snadné nalezení požadovaných informací), dostupnost (adaptace i pro potřeby osob se speciálními potřebami), důvěryhodnost (správnost prezentovaných údajů), přínosnost (hodnota díla pro společnost) a další. Z důvodu efektivního přenosu informací z mapy k uživateli je zapotřebí jednotlivé netechnologické aspekty zkoumat na základě specifických potřeb cílové skupiny uživatelů (Vondráková, 2013).

S percepcí map souvisí úzce tzv. uživatelské aspekty. Uživatelské aspekty mohou být ovlivněny subjektivními vlivy na každého jednotlivého uživatele, nicméně v dnešní době existuje řada metod zkoumajících vlivy na uživatele pro jejich další kvantifikaci a analýzu. Zkoumání uživatelských potřeb je velmi důležité z důvodu vylepšení dosavadních metod a téměř nezbytné k efektivnímu transferu informací z mapy k uživateli tak, jak bylo původně zamyšleno kartografem, nikoli chybně či vůbec. Z toho důvodu je zkoumání uživatelských aspektů velkou výzvou moderní kartografie. Podle Vondrákové (2013) zasahuje do zkoumání uživatelských aspektů v nezanedbatelné míře subjektivní hodnocení každého uživatele, přesto však existují metody, na základě kterých dochází k objektivizaci výsledků, a tím ke kvantifikaci jednotlivých uživatelských potřeb.

Přirozený technologický vývoj dnešní doby ovlivnil kartografii v takové míře, že vzniklo mnoho metod zkoumání majících velký vliv na nově vznikající kartografické produkty. Mezi nové metody zkoumání se řadí například eye-tracking testování nebo EEG testování. Podle Goldberga (1999) je eye-tracking moderní metoda zkoumání kognitivní kartografie, která je považována díky svým kvantifikovatelným výstupům za objektivní metodu. Využití technologií EEG (sledování činnosti mozku) a EKG (sledování srdeční aktivity) je podle Vondrákové (2011) řazené také jako objektivní způsob výzkumu kognitivní kartografie.

3.2.2 Znakový klíč

Velký vliv na vnímání mapy jako celku má zvolený znakový klíč. Aby mapa splnila svůj účel, musí být znakový klíč navrhnutý v souladu s účelem mapy a s cílovou skupinou uživatelů. Velký rozdíl, avšak veřejností poměrně nevnímaný, je rozdíl mezi znakovým klíčem a jazykem mapy (Bláha, 2013). Voženílek, Kaňok a kol. (2011) definují jazyk mapy jako obecně formalizovaný systém mapy, kterým je realizován proces kartografického sdělování informací o prostorových jevech v území, oproti tomu je znakový klíč konkrétní aplikací jazyka mapy na konkrétní úlohu tvorby mapového díla, tedy souborem všech kartografických znaků použitých v mapě.

Realizace znakového klíče je velmi náročná, obzvláště pak v situaci, kdy se autor mapy snaží vyhotovit kvalitní kartografické dílo. Tvorba znakového klíče začíná soupisem všech prvků, které mají být v mapě znázorněny a ke každému znázorňovanému objektu či jevu musí být přiřazený příslušný mapový znak a jeho vlastnosti (Bláha, 2013). V kontextu této práce se změny ve znakovém klíči při změně denního a nočního režimu týkají především barevného provedení jednotlivých znaků.

Vlastnosti kartografických znaků

Čerba (2004) uvádí, že kartografický znak nemá sám o sobě žádný smysl, svůj význam získávají kartografické znaky pouze pro propojení s určitým jevem, procesem nebo vlastností. Podle Voženílka (2004) existují dvě skupiny faktorů ovlivňující tvorbu kartografických znaků a to technické a fyziologické. **Technické faktory** jsou závislé na zobrazovacích a tiskových technologiích, do kterých lze například zařadit nejmenší šířku plné čáry. Jedná se o šířku čáry v rozmezí 0,03 až 0,04 mm, kde nejlépe čitelná linie je v černé barvě. **Fyziologické faktory** jsou ovlivněny především vlastnostmi zrakového orgánu zdravého člověka. I z tohoto důvodu musí být znakový klíč přizpůsobený cílové skupině uživatelů, jelikož mapová tvorba se může dostat do rukou i lidem se zrakovým postižením (slabozrací, senioři aj.). Digitální technologie snižují hodnoty technických faktorů výrazně pod hodnoty fyziologických parametrů (Voženílek, Kaňok a kol., 2011).

Kartografický znak by měl disponovat s následujícími požadavky: rychlé vnímání, trvalé zapamatování a maximální srozumitelnost (Čerba, 2014). Jednou z dalších důležitých vlastností kartografického znaku je schopnost kumulovat více informací do jednoho znaku, tzv. komprimovatelnost (Drápela, 1983). Jako grafické či vizuální vlastnosti kartografických znaků jsou vymezeny tvar, jas a sytost, tón barvy, orientace, textura a umístění (Brychtová, 2015).

Tvar a tón barvy jsou u kartografických znaků brány jako prvky k vyjádření kvality. Oproti tomu velikost, jas a sytost jsou prvky k vyjádření kvantity. Textura a orientace mohou být použity pro znázornění jak kvalitativních, tak kvantitativních jevů (Voženílek, Kaňok a kol., 2011).

Kartografické znaky se dělí na bodové, liniové a plošné. Parametry kartografického znaku podle Voženilka, Kaňoka a kol. (2011) jsou u bodového kartografického znaku: **tvar, velikost, struktura, výplň a orientace**. U liniového kartografického znaku jsou jimi **struktura, tloušťka, barva a orientace**. A u plošného kartografického znaku je to **výplň a obrys**.

Podle Bláhy (2013) by nemělo být zapomínáno ani na zvyklosti a běžně používanou podobu při výběru kartografických znaků. Znakový klíč může být do jisté míry ovlivněn tzv. osobitým kartografickým stylem (Kaňok, 1999). V dnešní době není věnována pozornost znakovým klíčům v takové míře, v jaké je zapotřebí. S rozvojem GIS systému jsou znakové klíče pouze přejaté ze softwarů bez větších úprav. To má za následek tvorbu nepříliš kvalitních kartografických výstupů. Bláha (2013) radí, že při tvorbě znakových klíčů by se měly hledat takové kartografické znaky a jejich parametry, které co nejpřesněji evokují znázorňovaný jev.

3.3 Režim mapy

Termín režim se využívá v mnoha odvětvích, ve kterých se pravý význam slova může lišit. V technickém odvětví je režim charakterizován jako nastavení konkrétních parametrů zařízení či procesů. Každý režim je tedy jedinečný díky svému specifickému nastavení. V digitální kartografii se pojem režim poměrně často vyskytuje právě v souvislosti s prací s mapou v různých světelných podmínkách.

V dnešní době se využívají digitální mapy více než tištěné (Voženilek, Kaňok a kol., 2011). Jelikož jsou mapy důležitou součástí lidského života, jsou používané v kteroukoliv denní a noční hodinu. I tomuto faktu se musela přizpůsobit moderní kartografie a zohlednit jej při tvorbě map.

Denní a noční režim mapy se využívá především při navigaci v dopravě. S rozvojem moderních technologií přišlo na trh mnoho poskytovatelů navigačních služeb. Některé z nich však zatím noční režim nabídnout nemohou. Denní a noční režim mapy se odlišuje především barevným schématem (obr. 2).

Vymezení rozdílů denního a nočního režimu		
náhled		
využití	za dobrých světelných podmínek	za zhoršených světelných podmínek
jas displeje	vysoký	nizký
barva pozadí	světlá pro dobrý kontrast	tmavá
znakový klíč	barva	
	kontrastní	méně kontrastní
	výrazná	méně výrazná
	světlejší	tmavší
	syté	tlumené
	značení zájmového bodu	
	výrazné, na první pohled zřetelné	
účel vzniku	předání plnohodnotné informace uživateli vložené kartografem do mapy za rozdílných světelných podmínek	

Obr. 2 Vymezení rozdílů denního a nočního režimu.

3.3.1 Jas a kontrast

Tématem jasu se lidé zabývali již v minulém století. V 80. letech 20. století byl například v Japonsku vynalezen způsob, jakým je možné vytvořit tenkou vrstvu luminoforu na obrazovce, čímž je dosaženo dlouhé životnosti a velmi vysokého jasu

(Zikmund, 2006). Luminofor je pevná látka schopná pohlcovat energii, následně dochází k luminiscenci, díky které se dostává na povrch sekundární záření, často viditelné pouhým okem. V současnosti s úpravou jasu pracují vývojáři moderních přístrojů čím dál tím častěji, kde se snaží zohlednit i kognitivní psychologii. Podle Zikmunda (2006) udává jas svítivost jednotlivých bodů, jehož hodnota se určuje tak, že všechny pixely zobrazí bílou barvu a změří se svítivost monitoru. Čím je hodnota jasu vyšší, tím jsou barvy zobrazené na displeji světlejší.

3.3.2 Barva

Barva je velice dominantním vizuálním stimulem, a proto je i důležitým elementem vzhledu map (Brychtová, 2015). Barevné provedení je to první, co uživatele na mapě zaujme. Nesprávné zvolení barev u kartografického produktu může i jinak kvalitní mapu znehodnotit. Správným výběrem barev a snahou přiblížit se uživatelským preferencím se zabývá řada studií. Barva je charakterizována tónem, sytostí a jasnem. Munsell (in Landa, 2004) ve svém vlastním měření dokázal spojitost mezi těmito charakteristikami i fakt, že lidské oko je v různých oblastech barevného spektra různě citlivé. Podle Brychtové (2015) existují různé množství stupňů sytosti zvolené tak, aby výsledek odpovídal skutečnému vjemu, díky čemuž se může nejsvětlejší možný odstín zelené jevit světlejší než nejsvětlejší možný odstín červené barvy.

Tónem, v některých případech označováno jako **odstín**, se rozumí schopnost rozlišit jednu barvu od druhé (Šulcová, 2012). Munsell (in Landa, 2004) rozdělil plynulý přechod do kruhu, ve kterém vymezil pět základních tónů barev, do kterého zařadil ještě stejný počet tónů barev složených (obr. 3). Podle příručky ASUS GO (2007) má aktivní úsek trasy vždy světlejší odstín než neaktivní (nadcházející) úseky.

Sytost je definována jako přechod od neutrální šedé k čistému odstínu dané barvy beze změny jasu. V některých zdrojích je tón definovaný jako přechod barvy od slabého odstínu k odstínu živému (Šulcová, 2012).

Oproti tomu **jas** je definovaný podle Šulcové (2012) jako charakter barvy v širokém pojetí „světlá – tmavá“. Jas mění zářivost barvy a působí, jako by bylo směřováno více či méně světla. V Munsellově notaci (in Brychtová, 2015) nabývá hodnot od 0 do 10, kde 0 znamená pro všechny barvy čistá černá a hodnota 10 značí pro všechny barvy čistou bílou.

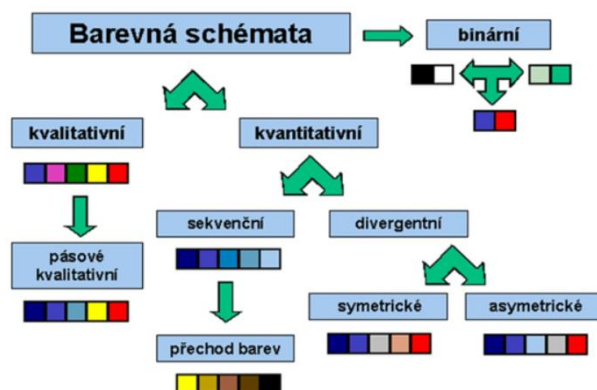


Obr. 3 Munsellův barevný model (Brychtová, 2015)

3.3.3 Barvy použité v navigačních přístrojích

Již proběhla řada výzkumů týkajících se percepce barev, přesněji řečeno jejich vzájemné odlišitelnosti. Gilmartin a Shelton (1989; in Brychtová, 2015) testovali optimálnost barevných schémat pro efektivní rozlišení vizualizované informace. **Barevné schéma** (obr. 4) je kombinace vybraných barev, která je klíčová pro úspěšné provedení díla po designové stránce. Samotnému barevnému schématu by se měla věnovat obzvlášť

pozornost. Špatný výběr a použití barevného schématu může jinak povedené a kvalitní dílo velmi znehodnotit. Barvy jsou na všech digitálních přístrojích zobrazovány barevným modelem RGB (Red-Green-Blue), přičemž se jedná o aditivní míchání tří barev – červené, zelené a modré.



Obr. 4 Barevné schéma (Ruda, 2014).

Na konci 20. století byla podaná žádost o udělení patentu na zařízení, které je součástí navigačních přístrojů a má funkci přepočítávání a paměť pro ukládání tabulek o konverzi barev. Zařízení vzniklo z důvodu subjektivního vnímání uživatelů. Podle Kashiwazaki (1995) nejsou připravená barevná schémata natolik dokonalá, aby naplnila funkcionalitu čitelnosti všem uživatelům. Svůj vynález postavil na faktu, že k dosažení efektivní čitelnosti stačí použít menší počet barev. Vynález byl vytvořený pro subjektivní nastavení barev uživatelem tak, aby nastavení vyhovovalo jeho vlastním potřebám.

3.3.4 Denní režim mapy

Zobrazení navigačních informací v denním režimu je navrženo tak, aby transfer informací v denní hodinu ze zařízení k uživateli byl co nejefektivnější. Velkou překážkou mohou být při přesném přenosu informací světelné podmínky, které jsou zvláště v letních poledních hodinách velmi výrazné. Z toho důvodu musí být k těmto světelným podmínkám přihlíženo při tvorbě znakového klíče.

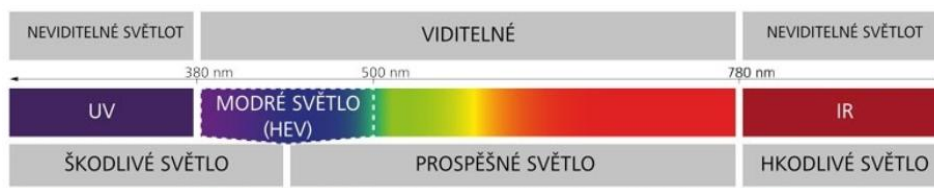
Denní světlo je závislé na momentálním stavu počasí, jelikož je hlavně ovlivněno intenzitou slunečních paprsků. Denní světlo závisí mimo jiné i na ročním období, neboť světlo v létě je jiné než světlo v zimě (BOZP Centrum, 2018). Každá změna parametru vizuální proměnné mapového znaku znamená změnu jevu, který znak představuje (Brychtová, 2015). Mezi upravované parametry znakového klíče patří v první řadě barva. Barva je upravována podle všech jejich charakterizačních prvků vymezených Munsellovým barevným modelem, kterým se rozumí jas, odstín a sytost. U některých barev je významovost daná jevem učení, kdy červená barva značí výstrahu, jasně zelená barva je mezi uživateli zažitá jako zklidňující apod. Některé barvy mají funkci i jako podnět ke zvýšení pozornosti. Volba vhodných parametrů znakového klíče by měla být v souladu s uživatelskými preferencemi a měla by být volena na základě významovosti reprezentujících znaků (Bláha, 2013).

3.3.5 Noční režim mapy

Podle Illnerové (2017) vytváří každý živý organismus hormon melatonin, který má důležitou funkci v řízení rytmů den-noc. Tento hormon se nachází v šišince, což je malý nepárový orgán velikosti borové šišky umístěné v mezimozku. Autorka tvrdí, že pokud je lidský časový systém desynchronizován s vnějším prostředím i navzájem mezi sebou, například při nevhodném osvětlení, může to vést až k psychickým poruchám jako jsou deprese, kardiovaskulární poruchy, metabolické poruchy a je zde zvýšené riziko nádorových onemocnění. Podle Illnerové (2017) by se mělo v nočních hodinách používat žluté teplé světlo nebo svítit s odfiltrovaným modrým světlem proto, aby světlo nenarušilo spánkový hormon melatonin a tím nezpůsobilo narušení biologických hodin v živém organismu. Tuto skutečnost reflektuje funkce „automatický jas“ na řadě moderních digitálních prostředků.

Automatický jas je funkce, která je brána mnohými lidmi jako samozřejmost. Jas se snižuje s ohledem na okolní světelné podmínky, což má za následek snížení jasu v šeru nebo v noci na minimum. V některých případech nemusí snížení jasu na minimum stačit, jelikož i to nejmenší podsvícení displeje může být pro oči namáhavé a nepříjemné (Dolejš, 2016). Samotná úprava jasu nemusí být při čtení mapových produktů klíčová. Důležitou roli hraje kombinace jasu s vhodně použitým barevných schématem. Při přechodu ze světla do tmy se změní funkce sítnice a dochází k přechodu od vidění fotopického ke skotopickému, ve dne vidí člověk nejlépe přímou fixací a v noci periferií Chloupková (2007).

Modré světlo (obr. 5) se udává v rozmezí 380–500 nm a spadá do viditelné části elektromagnetického spektra (Zeiss, 2015). Je známé také jako vysokoenergetické viditelné světlo. Větší přísun modrého světla může trvale poškodit lidský zrak. V dnešní době na nás působí modré světlo jako elektromagnetické záření hlavně z obrazovek digitálních přístrojů. Právě z výše uvedeného důvodu vzniklo mnoho aplikací, které upravují jak snížení jasu pod nejnižší systémovou hodnotu, tak úpravu barev. Místo použití běžných odstínů je použit červený filtr, který nemá škodlivý dopad na lidský zrak. Tyto chytré aplikace upravují použití barev podle času na základě časového pásma a v závislosti polohy uživatele. Mimo jiné mohou nabízet i nastavení teploty barev a použití červeného filtru pouze na některé aplikace.

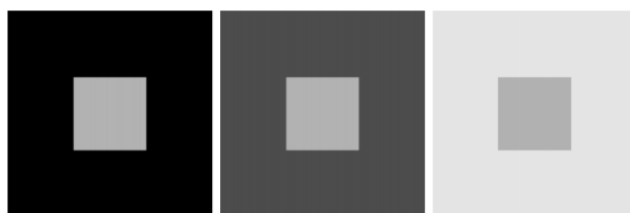


Obr. 5 Elektromagnetické spektrum světla (Zeiss, 2015).

Na základě zohlednění uživatelských potřeb, jejich bezpečnosti a pohodlí vznikl **noční režim** u map. Funkcionalitu noční režim map nabízí většina poskytovatelů navigačních služeb. Někteří z poskytovatelů navigačních služeb nabízí uživateli zvolení nočního barevného modelu podle jeho libosti. Hlavní rozdíl nočního režimu od denního je nastavení nových parametrů ve znakovém klíči, převážně tedy úprava barev do tmavších, méně kontrastních odstínů. Barvy jsou utlumeny proto, aby neoslňovaly řidiče při čtení map, většinou při jízdě v nočních hodinách nebo při jízdě s horšími světelnými podmínkami. Další parametr znakového klíče, který je upravován, je jas.

Noční režim je možné u jednotlivých navigačních systémů nastavit jak manuálně, tak automaticky podle aktuálního času. U většiny poskytovatelů navigačních služeb se dá barevné schéma nočního modelu vypnout. Noční režim se snaží zachovat stejnou míru přenosu informace jako denní režim, ale s ohledem na okolní podmínky.

Čím vyšší je hodnota jasu, tím světlejší jsou barvy. Jas je úzce spjatý s kontrastem. Kontrastem se rozumí podíl jasu mezi nejsvětlejšími a nejtmavšími oblastmi obrazu. Úpravou a správným nastavením kontrastu je možné dosáhnout vyšší subjektivní interpretace obrazu uživatelem (Dougherty, 2009). Podle Gonzaleze a Woodse (2008; in Dougherty, 2009) je objekt tmavší, čím více je světlejší jeho pozadí. Toto tvrzení je demonstrováno na obrázku 6, kde všechny vnitřní čtverce mají stejnou intenzitu, ale přesto se jeví tmavší v závislosti na svém pozadí.



Obr. 6 Různé vnímání objektů na základě pozadí (Dougherty, 2009).

Z výše uvedeného experimentu je patrné, že lidská percepce je velmi závislá na pozadí daného objektu. V nočním režimu je využíváno na pozadí tmavých barev (černá, šedá), které mají symbolizovat tmu. Pro ostatní objekty v mapě jsou použité stejně nevýrazné barvy. V současné době existuje celá řada generátorů, nástrojů a simulátorů k tvorbě barevných palet. Většina těchto palet však není primárně určena k používání barevných stupnic v mapách (Hohnová, 2016).

Přepínání denního a nočního režimu

Automatické přepínání denního a nočního režimu pracuje na principu zjištění polohy a času, kdy na základě znalosti těchto údajů vypočítá operační systém čas východu a západu Slunce (BE-ON-ROAD, 2012). Tyto dvě časové informace jsou spouštěčem denního či nočního režimu. Údaje o vypočítání východu či západu Slunce jsou aktuální pouze za předpokladu, že je k dispozici validní GPS/GLONASS signál (BE-ON-ROAD, 2012).

3.3.6 Přístroje využívané pro navigační účely

Existuje mnoho přístrojů, které mohou být pro navigační účely využívány. Mezi těmito jsou však i ty, které nebyly primárně pouze pro navigační účely navrženy, ale jejich využití je v širším rozmezí. Navigační aplikace mohou být k uživateli zprostředkovány přes chytrý mobilní telefon, závěsnou navigaci či zabudovanou navigaci přímo v palubním systému motorového vozidla. Každé zařízení má jak své výhody, tak nevýhody.

Výhody a nevýhody navigací

Mezi hlavní výhody přenosné navigace patří bezpochyby možnost samostatného výběru uživatelem, přenos a manipulace a neméně důležitá je i aktualizace map, která je v tomto případě poněkud jednodušší než aktualizace map v zabudovaném systému motorového vozidla. Za nevýhodu může být považováno poměrně nešťastné umístění na

čelním skle, což může působit jako překážka ve výhledu řidiče. Tato skutečnost je však diskutabilní, neboť řidič díky takovému umístění nemusí ztrácet kontakt se situací na vozovce. Vozovku vidí stále periferním pohledem a v případě potřeby by byla reakční doba kratší. Oproti tomu poměrně velkou nevýhodou zabudovaných navigací je, že uživatel si většinou nemůže podle svých preferencí vybrat tu značku navigace, která by vyhovovala jeho potřebám. Dalšími nevýhodami zabudovaného navigačního systému je bezpochyby náročnější aktualizace jak z technického, tak z finančního hlediska. Naopak i vestavěná navigace má své výhody, které stojí za zmínku. Hlavní výhodou je vzájemná interoperabilita zabudovaného navigačního zařízení se systémem automobilu, například napojení hlasové navigace na reproduktory, díky čemuž může hlasovou navigaci lépe slyšet nebo ochrana proti odcizení, kdy je zabudovaná navigace chráněna kódem, který je dohledatelný pomocí GPS. Uživatel si může sám zvolit, jaké zařízení vyhovuje jeho potřebám. Dnešní doba je přesycená jak na výrobce vyrábějící navigační přístroje, tak na poskytovatele navigačních aplikací. Díky velké konkurenci na trhu se mohou výrobci i poskytovatelé vzájemně doplňovat, což má pozitivní vliv na výsledné produkty. V současnosti probíhají různé výzkumné metody od dotazníků, anket až po ty více složité, s cílem zjistit co nejoptimálnějšího výrobce a poskytovatele navigačních služeb. Mezi jeden takový výzkum patří i **Test navigací 2017** (CoVybrat.cz, 2018).

Tab. 1 **Výsledky Testu navigací 2017** (CoVybrat.cz, 2018)

Přenosné navigační zařízení		
Pořadí	Výrobce	Typ
1.	TomTom	TomTom Start 25 Regional Lifetime
2.	Mio	Mio Spirit 5400 Lifeti me CZ /SK
3.	TomTom	TomTom Start 25 Europe Traffic LifeTime
4.	Mio	Mio Spirit 8670 Full Europe Lifetime
5.	TomTom	TomTom Start 20 Europe Lifetime
6.	Garmin	Garmin Drive 40 Lifetime Czech

Z provedeného dotazníkového šetření vyplynulo, že chytré telefony jsou v současnosti nejčastěji využívané přístroje pro přenos navigačních informací. Autorka práce se domnívá, že to může být z důvodů, jako jsou dostupnost a hojná využitelnost nejen pro navigační účely. Podle Stříteckého (2010) integrace GPS přijímačů do zařízení mobilních telefonů poskytuje prostor pro vznik nových typů aplikací. Je dostupná řada navigačních aplikací od různých poskytovatelů, které nabízí v některých případech širokou nabídku funkcionalit a v jiných případech naopak omezenou nabídku funkcionalit. Vzhledem k prostředí situace, ve které jsou navigace využívány, by mělo být jejich používání co nejbezpečnější. Z důvodu široké rozšířenosti používání chytrých telefonů pro navigaci se bude zbytek práce soustředit převážně na ně a jejich funkcionalitami denní a noční režim.

Tab. 2 **Používání chytrých telefonů pro navigační účely** (CoVybrat.cz, 2018)

Používání chytrých telefonů pro navigační účely	
Výhody	Nevýhody
Levnější pořízení aplikace	Lesklá povrchová úprava displeje
Dostupnost chytrých telefonů	Omezení jiných funkcionalit při použití navigace (volání)
Rychlost výpočtu trasy	Horší příjem signálu
Plynulost chodu navigace	Závislost na velikosti displeje
Lepší citlivost displeje	Nákup držáku a připojovacího kabele

Tab. 3 **Přehled poskytovatelů navigačních aplikací pro Android** (GooglePlay, 2018)

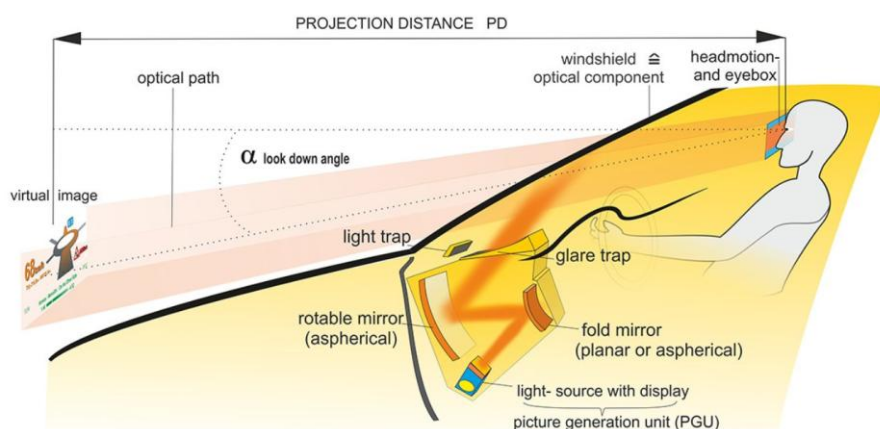
Přehled poskytovatelů navigačních aplikací pro Android				
Poskytovatel	Počet stažení	Hodnocení	Noční režim	Zdarma
Google Maps	1 000 000 000	4,3	ANO	ANO
Sygic GPS Navigace a Mapy	500 000 000	4,4	ANO	NE
Waze - GPS, Mapy & Doprava	100 000 000	4,6	ANO	ANO
GPS Navigace BE-ON-ROAD	50 000 000	4,2	ANO	NE
Navitel Navigator GPS & Mapy	10 000 000	4,1	ANO	NE
HERE WeGo	10 000 000	4,4	ANO	ANO
TomTom GPS Navigation Traffic	5 000 000	4	ANO	NE
OsmAnd - Mapy a GPS Navigace	5 000 000	4,2	ANO	NE
Mapy.cz	1 000 000	4,4	ANO	ANO
Dynavix GPS Navigace, Mapy & Dopravní informace	10 000	4,1	ANO	ANO

Další možnosti přenosu navigačních informací

HUD (Head-Up-display)

Mezi další moderní technologie, díky kterým se posunuli vývojáři navigačních lokalizačních systémů vpřed, patří Head-Up-display. Jedná se o alternativní displej, který umožňuje pozorování syntetického obrazu kolimovaného a překrývajícího s reálným obrazem (Boyer, Gauthier a Gerbe, 1987). Podle Zikmunda (2006) se jedná o promítání dat z obrazovky vhodnou optikou do nekonečna nebo do zvolené vzdálenosti. Původně byl tento vynález uplatněný v leteckém průmyslu z důvodu umožnění pilotovi efektivní sledování přístrojů palubní desky bez ztráty s realitou (Zikmund, 2016). V současné době nachází své uplatnění i v automobilovém průmyslu, kde si řidič může zobrazovat informace o trase ve svém zorném poli tak, aby se mohl plně věnovat řízení. Displej je zabudovaný zpravidla v palubní desce automobilu a promítá obraz na čelní sklo, kde mimo navigační pokyny může řidič sledovat i rychloměr či otáčkoměr. V dnešní době se nemusí jednat pouze o zabudovaný displej, ale pro tyto účely slouží mnoho aplikací do chytrých telefonů, které jsou na trhu poměrně lehce dostupné. Podle průzkumů byl stanovený závěr, že viditelnost odraženého obrazu na čelním skle automobilů závisí hlavně na okolních světelných podmínkách. Některé telefony nejsou schopné přenést obraz na čelní sklo v dostatečně požadující kvalitě při slunečném dni. Naopak pro noční navigaci byly odražené informace sloužící pro navigační účely čitelné a zřetelné (Kilián, 2015). Světelné

podmínky nejsou jediným ovlivňujícím faktorem dobrého výsledku. Mezi další patří kvalitativní parametry přístroje, vzdálenost displeje od čelního skla nebo také sklon čelního skla (obr. 7).



Obr. 7 Schéma principu moderní technologie navigace HUD (Wagenknecht, 2016).

Ze strany poskytovatelů navigačních služeb je snaha vytvořit co nejlepší uživatelské rozhraní tak, aby bylo jak komfortní, tak bezpečné. **Real View Navigation** dále RVN (obr. 8), byla vytvořena poskytovatelem Sygic z výše uvedených důvodů. Tato navigační technologie spočívá ve využití GPS a kamery chytrého telefonu. Jedná se o technologii spojující skutečný a virtuální svět, jinými slovy o zobrazení reality s dodatečně přidanými digitálními prvky v podobě navigačních informací (dTest, 2017). Uživatel technologie RVN nemusí sledovat mapu ve svém telefonu, ale je vedený po virtuální trase v náhledu kamery chytrého telefonu (Sygic, 2017). RVN skýtá velkou výhodu oproti klasickým navigacím, a sice že není pouze intuitivní, ale je také bezpečnější než tradiční navigační aplikace. Řidiči se mohou stoprocentně spolehnout na to, že navigování bude aktuální díky snímání reality kamerou chytrého telefonu. Poněkud skeptičtější pohled na RVN technologii od Sygic přináší průzkum dTestu prováděný v laboratoři pro navigační aplikace. Testované v praxi bylo území jak dálnice, tak městské zástavby. Časopis dTest (2017) přichází pouze se samými negativy. Hlavním negativem uváděným v dTestu (2017) je, že informace přidané k záběru kamery mnohdy nekorespondují se skutečností. Další velkou nevýhodou, která je uváděna dTestem (2017) je, že veškeré navigační informace poskytuje RNV pouze na základě snímání kamery chytrého telefonu, kdy telefon snímá pouze dění před vozidlem. Kvůli tomu RNV postrádá schopnost předání jakékoli důležité informace, která momentálně není v zorném poli před automobilem, například křížení tras. Mezi další problémy uvádějí i kolony na dálnicích, kdy zorné pole kamery je zaplněno a kamera snímá jen automobily před sebou, a tudíž nepodává potřebné informace o trase.



Obr. 8 Princip fungování nové navigační technologie RVN (Sygic, 2017)

3.3.7 Výzkumné metody navigací

Hlavním problémem využití chytrých telefonů pro navigaci je zobrazení spousty důležitých informací na malém displeji chytrého telefonu a dalším nepříznivým jevem jsou vibrace vozidla při jízdě (Marcus a kol., 2011). Tyto artefakty musí poskytovatelé navigačních služeb zohlednit při vývoji tak, aby byla aplikace pro chytrý telefon co nejpřehlednější a její používání neohrožovalo bezpečí uživatele. Podle *Americké národní správy bezpečnosti silničního provozu* je rozptýlení řidiče definováno jako specifický typ nepozornosti, ke kterému dochází, když řidič odvrátí pozornost z důvodu zaměření se na jinou aktivitu (Marcus a kol., 2011). Vymezení kategorií nepozornosti je: **vizuální rozptýlení** – úkol vyžadující odklonění zraku řidiče od silnice z důvodu získání vizuální informace, **manuální rozptýlení** – úkol, při kterém řidič manuálně manipuluje s jiným přístrojem během jízdy a **kognitivní rozptýlení** – úkol vyžadující odvrácení duševní pozornosti řidiče od řízení.

Z výše uvedených důvodů je zapotřebí, aby veškerá vizualizace aplikačních navigací byla co nejjednodušší a práce s nimi byla co nejkratší. Tvůrci navigačních aplikací by měly brát v potaz používání chytrých telefonů v různorodém prostředí, kde mohou zcela odlišné vlivy omezit práci s chytrým telefonem. Mezi tyto vlivy patří například různé světelné podmínky (Marcus a kol., 2011). Wroblewski (2011) uvádí, že dobrá aplikace by měla být připravena na použití v reálném prostředí s ohledem na jejich skutečný kontext použití, protože uživatelé nejsou uzamčeni v místnostech rezervovaných pro určité úkony. Z tohoto důvodu existuje řada experimentů zaměřených především na uživatelské rozhraní navigačních aplikací.

Experiment srovnávací uživatelské rozhraní nejvíce využívaných navigačních aplikací na území Brazílie byl zaměřený především na srovnání průvodce trasy, rozhraní hlavního menu a zadávání pokynů nové trasy uživatelem do navigace. V testované kategorii *průvodce trasy* byla hodnocena převážně zřetelnost, jasnost a srozumitelnost předávané informace k uživateli. Mezi kladná pozitiva navigačních aplikací byla hodnocena horní lišta funkcionalit, která umožňuje rychlé požití bez zdlouhavé změny nastavení. Kategorie týkající se zobrazení hlavního menu pomocí dlaždic vedle sebe byla uživateli označena jako přijatelnější než menu, ve kterém by se uživatel musel orientovat rolováním. Zadání pokynů nové trasy uživatelem do navigace je úkon, který by neměl být prováděn za jízdy. I přes to však dbají výzkumníci experimentu na uživatelsky nejprívětivější rozhraní, kdy nemožnost zadávání úplných adres do aplikace může uživatele zdržovat. Účastníci experimentu přivítali spíše standardní zobrazení klávesnice. Výzkumy dospěly k závěru, že i když chytré telefony nejsou primárně určeny pro navigační účely, je důležité minimalizovat prvky, které mohou působit nepříznivě na řidiče používající danou aplikaci. Z toho důvodu je nezbytné navrhnout lepší rozhraní a lépe přizpůsobit uživatelské rozhraní v souladu s kontextem jízdy (Marcus, 2011).

4 HODNOCENÍ UŽÍVÁNÍ NAVIGACÍ A PREFERENCE BAREV

Hlavním cílem bakalářské práce je zkoumání *vlivu denního a nočního režimu na percepci map*. Oba režimy, denní i noční, mohou být rozdílně vnímány uživateli kvůli jejich vlastní subjektivitě. Subjektivní preference uživatelů navigací byly zjištěny na základě online dotazníku.

Metoda online dotazníkového šetření pro sběr dat byla využita z důvodu rychlého šíření mezi uživateli, snaze o omezení chyb vznikající při papírové formě dotazníku a v neposlední řadě kvůli zpracování výsledků jak kvalitativním, tak kvantitativním způsobem. Při tvorbě dotazníku byl brán zřetel na správné zásady tvorby dotazníku (Reichel, 2009).

4.1 Realizace a obsah dotazníkového šetření

Po prostudování literatury týkající se dané problematiky byl sestrojený online dotazník v prostředí *Vyplnto.cz*, kde byla využita placená licence typu *Student*. Toto prostředí bylo pro tvorbu dotazníku vybrané z důvodu nabízených funkcionalit. Online dotazník byl šířen prostřednictvím e-mailu a sociálních sítí po dobu 31 dní. Dotazník byl určený pouze pro uživatele navigací, což snížilo počet potenciálních cílových respondentů.

Cílem online dotazníku bylo zjištění preferencí uživatelů používající navigace tak, aby mohly být tyto zjištěné informace dále využité při tvorbě eye-tracking experimentu a mohlo být určeno, zda je pro uživatele skutečně přívětivější to, co uvádí, nebo je to pouze jejich domněnka. Obsah a konečný počet otázek byl prodiskutován s vedoucí bakalářské práce a následně byla do oběhu distribuována testovací verze dotazníku. Tě se zúčastnilo celkem 15 aktivních řidičů, díky čemuž mohly být otázky poupravené pro lepší porozumění dalších respondentů.

Na dotazník odpovědělo celkem 217 respondentů. Po konzultaci s vedoucí práce byl stanovený minimální limit pro získání objektivního vzorku 150 respondentů, což bylo splněno i po odstranění nekompletních nebo chybně vyplněných dotazníků.

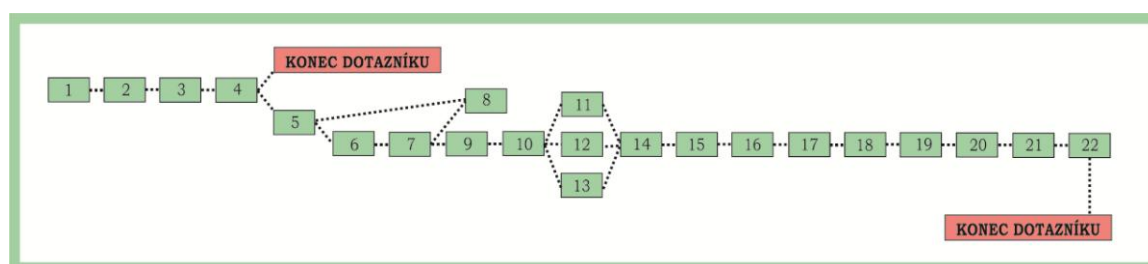
4.2 Otázky a odpovědi

Dotazník obsahoval celkem 22 otázek. V první části dotazníku respondenti vyplňovali základní informace o osobních charakteristikách – pohlaví, věku a dosavadnímu vzdělání. Následující otázka směřovala k používání navigace. Odpověď na tuto otázku byla zásadní, neboť při výběru odpovědi: „Ne“ byl dotazník s poděkováním ukončen. Další otázky směřovaly na preference uživatelů při používání navigace. Mimo jiné byly do dotazníku zařazené i otázky zjišťující názory a barevné preference uživatelů při denním a nočním režimu (tab. 4).

Hlavní potřebnou funkcionalitou při tvorbě dotazníku bylo větvení otázek, neboť byla záměrně každému respondentovi generována sada otázek na základě jeho předešlých odpovědí (obr. 10).

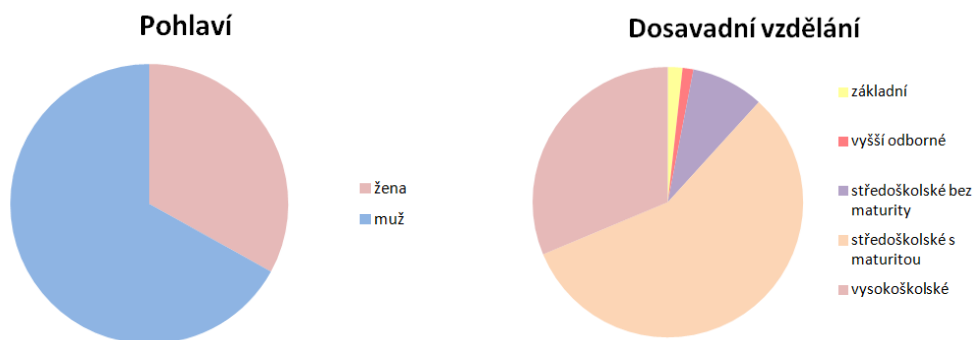
Tab. 4 **Otázky a odpovědi**

Pořadí otázek	Otázka	Povinnost odpovědi
1	Pohlaví:	ANO
2	Věk:	ANO
3	Dosavadní vzdělání:	ANO
4	Používáte navigaci?	ANO
5	V jaké situaci NEJČASTĚJI používáte navigaci?	ANO
6	Jste aktivním řidičem motorového vozidla?	ANO
7	Kolik hodin průměrně týdně strávíte za volantem?	ANO
8	Přepínání denního a nočního režimu mám nastavené:	ANO
9	Při řízení motorového vozidla se spíše:	ANO
10	V jakém zařízení navigaci používáte?	ANO
11	Od kterého poskytovatele?	ANO
12	Kterou značku navigace používáte?	ANO
13	Jakou aplikaci pro navigaci ve svém chytrém telefonu používáte?	ANO
14	Využíváte automatickou úpravu jasu na svých telefonech?	ANO
15	Používáte při navigaci otočení displeje na výšku nebo na šířku?	ANO
16	Má podle Vás denní a noční režim navigace smysl? Uveďte proč:	NE
17	Které barevné rozhraní byste upřednostňovali ve své navigaci?	ANO
18	Který pohled preferujete?	ANO
19	Které značení trasy preferujete?	ANO
20	Která šířka značení cesty se Vám zdá nejlepší?	ANO
21	Vyberte nejlepší barevné provedení pro znázornění denního režimu:	ANO
22	Vyberte nejlepší barevné provedení pro znázornění nočního režimu:	ANO



Obr. 9 Schéma větvení otázek.

S cílem zisku relevantního vzorku respondentů byla snaha rozšířit dotazník mezi účastníky odlišného pohlaví, odlišné věkové skupiny a odlišného dosavadního vzdělání (graf 1). Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 67 % mužů a 33 % žen.



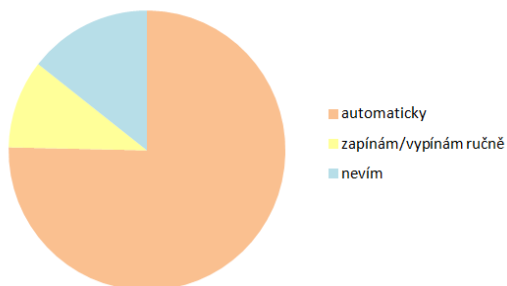
Graf 1 Pohlaví a dosavadní vzdělání.

Celkem 76 % respondentů odpovědělo, že navigaci nejčastěji využívá při řízení automobilu, další velmi častou odpovědí bylo využití navigace pro pěší turistiku.

Více než dvě třetiny respondentů odpověděly, že navigaci využívá ve svém chytrém telefonu, necelá jedna čtvrtina respondentů odpověděla, že pro své účely využívá závěsnou navigaci.

Celkem 75 % respondentů odpovědělo, že přepínání denního a nočního režimu mají nastavené automaticky, z čehož je zřejmé, že denní a noční režim je velmi využívaná funkcionality při zobrazení informací navigačními přístroji (graf 2).

Přepínání denního a nočního režimu mám nastavené:

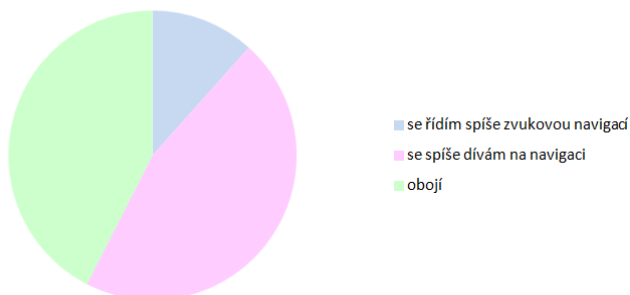


Graf 2 Nastavení denního nebo nočního režimu.

Respondenti byli také dotazováni na používání chytrých telefonů za různých světelných podmínek. Na otázku: „Využíváte automatickou úpravu jasu na základě okolních světelných podmínek?“ odpovědělo více než 60 % respondentů „Ano“. Z toho je možné odvodit, že většina lidí upřednostňuje nastavení jasu displeje, které se bude odvíjet na základě okolních světelných podmínek.

Celkem 46 % respondentů se při řízení motorového vozidla dívá na navigaci (graf 3). Poměrně srovnatelný počet respondentů, celkem 42 %, využívá při řízení jak zvukovou navigaci, tak se dále ujišťují pohledem. Zbýlých 12 % upřednostňuje navigování pomocí zvukové navigace. Uvedeným údajům je zapotřebí věnovat pozornost při vytváření mapových podkladů a výběru barev.

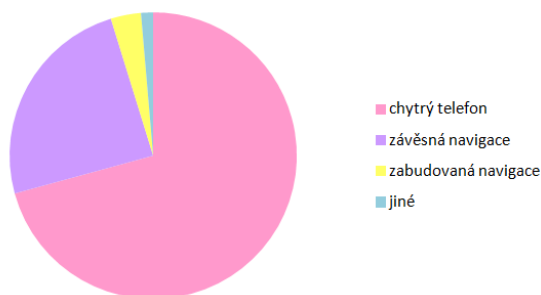
Při řízení motorového vozidla:



Graf 3 Využití navigace při řízení motorového vozidla.

Celkově 71 % dotazovaných aktivních řidičů uvedlo, že pro navigační účely využívá chytrý telefon, čímž byl naplněn předpoklad autorky práce. Možnost využívání služeb závěsné navigace vybralo celkem 24 % respondentů. Oproti tomu možnost zabudovanou navigaci přímo od výrobce automobilu vybrala pouze 3 % respondentů (graf 4).

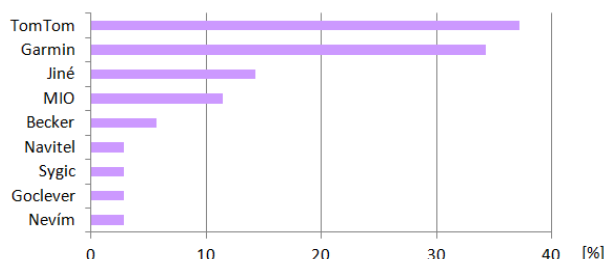
V jakém zařízení navigaci používáte?



Graf 4 Využití typu navigace.

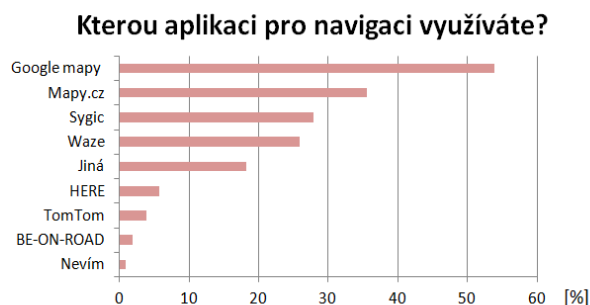
Otázka: „Kterou značku navigace používáte?“ byla generována pouze pro uživatele, kteří odpověděli, že využívají závěsné navigace. Nejvíce pozitivních ohlasů na výrobce závěsných navigací byla značka TomTom. O méně než 3 % hůře s porovnáním výrobce navigací TomTom dopadl výrobce navigací Garmin (graf 5).

Kterou značku navigace používáte?



Graf 5 Využití značky navigace.

Respondenti využívající pro navigační účely své chytré telefony byly dotazováni na aplikace, které pro tyto účely využívají. Více než 50 % dotazovaných respondentů, kteří využívají pro navigační účely chytré telefony, vybralo z níže uvedených možností *Google mapy*. Aplikace *Mapy.cz* byla vybrána celkem více než 35 % respondentů. Za nejméně využívané aplikace pro navigační účely v chytrém telefonu jsou považovány *BE-ON-ROAD*, *TomTom* nebo *HERE* (graf 6).



Graf 6 Použití druhu aplikace pro navigaci.

V jediné nepovinné otázce v online dotazníku mohli respondenti uvést a odůvodnit svůj názor na denní a noční režim v navigacích. Většina respondentů se shodla na tom, že denní a noční režim je pro ně uživatelsky přívětivější, jelikož je navigace s nočním režimem při řízení v noci neoslňuje:

Muž (27): „Noční režim navigace svou škálou barev a nižším jasnem displeje tolik neoslňuje řidiče a nevytváří odraz na čelním skle.“

Muž (22): „Je příjemné, když se automaticky mění režim navigace. Člověk se ani neuvědomí při řízení, že by bylo na čase to změnit manuálně.“

Žena (31): „Denní a noční režim navigací určitě smysl má. Za skotopických podmínek jsou světločivě buňky mnohem citlivější a »denní barvy« způsobují oslnění uživatele a neschopnost opětovně rychlé adaptace na okolní tmou --> potenciální hrozba přehlédnutí nebezpečné dopravní situace.“

Muž (46): „Denní a noční režim má smysl v případě delší jízdy v noci na méně frekventovaných silnicích, kde jsou lidské oči přizpůsobeny tmě venku a samotnému vnějšímu okolí. Pokud by v tento okamžik uvnitř automobilu »zářil« display, snižovalo by to vnímavost vnějšího okolí v důsledku přizpůsobování rozšíření očních sítnic.“

Žena (20): „Podle mého názoru denní a noční režim navigací smysl nemá. Pokud jede člověk v noci, je důležité jaký má jas na mobilním telefonu pokud se na navigaci dívá, nebo hlasitost pokud se řídí podle hlasových pokynů.“

Co se týče znakového klíče, respondenti se shodli na tom, že nejlepší značení trasy je nepřerušovanou linií, které je široká přesně jako šířka silnice. Jednoznačnost odpovědí však nebyla u otázky: „Který pohled navigace preferujete?“. Na tuto otázku odpovědělo 45 % respondentů, že preferuje 2D pohled, 34 % respondentů preferuje 3D pohled, zbylým respondentů nezáleželo na výběru pohledu.

Respondenti byli také dotázáni na jejich uživatelské preference týkající se použitých barev pro denní a noční režim. U denního režimu většina uživatelů preferuje spíše tmavší barvy, které jsou mezi sebou méně kontrastní. Oproti tomu respondenti preferující používání tónově odlišných barev při navigování s nočním režimem mapy. Tyto výsledky však nemusí být objektivní, neboť při barevném provedení jednotlivých režimů nebyly změněny okolní světelné podmínky. Barevné provedení jednotlivých režimů bylo dále zkoumáno při eye-tracking experimentu.

Data získaná z dotazníkového šetření jsou archivována na příloženém DVD.

5 UŽIVATELSKÉ TESTOVÁNÍ

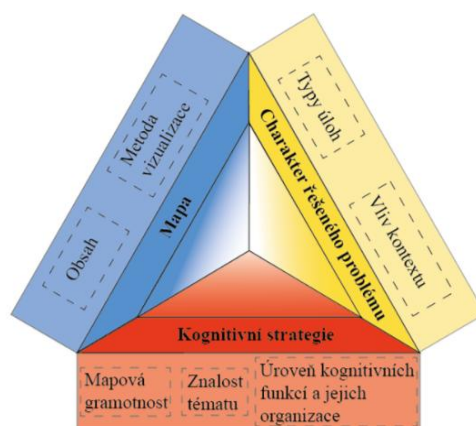
Praktická část realizace bakalářské práce zahrnovala uživatelské testování, které bylo provedeno s využitím technologie eye-tracking, dostupné na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci.

Eye-tracking je moderní výzkumná metoda, která je založena na zkoumání pohybu očí. Pohyby očí je možné exaktně měřit a na jejich základě studovat širokou škálu psychologických a biologických procesů (Wade a Tatler, 2005). V současné době patří eye-tracking mezi hlavní trendy v kartografii (Popelka, 2015). Sledování pohybu očí je objektivní metoda, která je schopná poskytnout úplná data, aniž by účastníci testování verbalizovali své pohyby (Marcus, 2011). Zařízení, které je schopné tyto pohyby sledovat a měřit, se označuje jako eye-tracker. Většina moderních eye-trackerů je založena na principu bezkontaktního snímání zornice a korneálního odrazu (Holmqvist a kol., 2011).

Kognitivní kartografie zkoumá percepci map za účelem zvýšení efektivity a jejich přizpůsobení potřebám konkrétních uživatelů, což je označováno jako **usability studies** neboli **studie použitelnosti** (Popelka, Vávra a Brychtová, 2014). Termín *použitelnost* (angl. usability) je definován podle standardu ISO 9241 (1998) jako „*efektivita, účinnost a spokojenost s prostředím, pomocí něhož uživatelé dosáhnou stanovených cílů*“ (Popelka, Brychtová a Voženílek, 2012). Při eye-tracking experimentu probíhají dva po sobě následující psychologické procesy: percepční, při kterém uživatel hledaný prvek zahlédne, a kognitivní, při kterém si uvědomí tento nálezný a pochopí funkci nalezeného prvku (Popelka, Brychtová a Voženílek, 2012). Kvalita kartografického díla závisí na různých faktorech, v ideálním případě musí být přizpůsobena potřebám svých uživatelů, u kterých se měří efektivita práce s mapou, užitečnost a spokojenost uživatele (Brychtová a Coltekin, 2014).

Efektivita je charakterizována jako úplnost a přesnost, s jakou uživatelé dosáhnou specifického cíle a jestli byla jeho podstata a smysl úspěšně naplněná (Marcus, 2011). **Účinnost** se zabývají převážně návrháři a grafici, kteří se snaží navrhnout takové prostředí, které bude co nejvýstižněji splňovat interpretační smysl, který byl při vytvoření do díla vložen. Účinnost lze také definovat rychlostí, za kterou se uživatel dobere ke správnému výsledku. Quesenbery (2001) uvádí, že výběr správných navigačních ikon má vliv na účinnost ve smyslu lepší orientace uživatele v navigačním prostředí a vynaložení méně času pro dokončení jakékoli akce. V současnosti je poměrně málo studií zabývajících se uživatelským rozhraním navigací a zatím neexistuje jednotný konsensus (Marcus, 2011).

Eye-tracking experimentů je v dnešní době prováděna celá řada i v kartografii. Mnoho těchto experimentů bylo prováděno se smyslem zjištění použitelnosti kartografických produktů. Podle Šašinky (2017) je eye-tracking experiment zkoumající kartografické produkty založený na třech aspektech tvořících stěny pyramidy (obr. 10), a těmi jsou: mapa – konkrétně její obsah a metoda vizualizace, charakter řešeného problému – konkrétně typ řešené úlohy a vliv kontextu, kognitivní strategie – zaměřena na mapovou gramotnost, znalost tématu a úroveň kognitivních funkcí a jejich organizace.



Obr. 10 Triarchický model při práci s mapou (Šašinka, 2017).

Percepce map je úzce spjatá převážně se zrakovou kognitivní psychologií. Zrak je nejdůležitějším smyslem živočichů, umožňuje vnímání barev, tvarů a světla. Pomocí zraku přijímá člověk až 80 % veškerých informací o okolním světě a díky tomu se dokáže orientovat v prostoru. Obě oči poskytují zhruba eliptický obraz prostoru o úhlovém rozpětí přibližně 200° na šířku a 130° na výšku (Biedert a kol., 2010 in Popelka, 2015). Lidské oko může ostře vidět pouze malou oblast, která je specifikována jako nehet palce napřímo natažené ruky jedince. Aby bylo vidění co nejefektivnější, má lidské oko schopnost pohybu. Jako **fixace** je označována schopnost zaměření se lidského oka na jeden bod. Oproti tomu **sakádou** jsou myšlené pomyslné linie znázorňující pohyby právě mezi fixovanými body. Podle Popelky (2015) představuje sakáda nejrychlejší pohyb části lidského těla a během těchto pohybů nevnímá jedinec téměř žádné vizuální vjemy.

5.1 Návrh testování

Eye-tracking testování pro zjištění vlivu denního a nočního režimu na percepci map byl po konzultacích s vedoucí bakalářské práce navrhnutý tak, aby evokoval hlavní cíl práce. Jako optimální počet respondentů zúčastněných ET testování byl stanovený počet 40, a to bez rozlišování dalších osobních charakteristik. Samotné testování bylo pro lepší a přehlednější vyhodnocení výsledků rozděleno na dvě samostatné části zkoumající odlišné parametry.

5.2 Příprava eye-tracking experimentu

Na realizaci eye-tracking experimentu byl zvolený typ *within-subject design*. Tento typ designu experimentu má výhodu v tom, že respondenti nemusí být rozděleni na dvě dovednostní vyrovnané skupiny, tudíž mohou všichni respondenti vidět všechny stimuly experimentu. Testování bylo rozděleno na dvě části, kdy každá část experimentu byla zaměřena na testování odlišné problematiky.

První část experimentu byla zaměřená na vliv jednotlivých režimů mapy na orientaci v mapě při změně světelných podmínek. Pro sběr dat o vlivu obou režimů na účastníky ET experimentu bylo zvoleno prostředí hry *Euro Truck Simulator*, kde byl uživatel navigován podle navigace v pravém dolním rohu. Pro účely testování byly navrženy dvě obtížnostně srovnatelné trasy, kdy účastníci testování jeli každou trasu tam a zpět. Mimo testovací jízdy byla vytvořena trasa k trénování z důvodu osvojení si řidičských dovedností v prostředí výše zmíněné hry. Aby podmínky v laboratoři byly nasimulované co nejreálněji, bylo k počítači přidáno herní příslušenství v podobě volantů a pedálů.

Druhá část experimentu se zabývala samotným vlivem denního a nočního režimu na percepci map a současně byla v souladu se získanými daty z online dotazníku. Zde byla pomocí vytvořených stimulů měřena efektivita navigačního prostředí ovlivněná především barevným provedením. Pro testování denního režimu navigace bylo celkem vytvořeno 11 stimulů. Noční režim navigace byl testován celkem na deseti stimulech. Mapové podklady pro tvorbu navigačních stimulů byly vytvořené v prostředí *Mapbox*. Toto prostředí umožňuje přípravu návrhů jednotlivých mapových podkladů pro různé účely. V prostředí *Mapbox* bylo pozměněno pouze barevné rozhraní mapového podkladu, který byl vytvořený pro každý stimul odlišně podle potřeb testování. Dále byly vytvořené stimuly v podobě screenshotů ze hry *Euro Truck Simulator*. Byla snaha vybrat velmi situačně podobné místo jak ve hře *Euro Truck Simulator*, tak v prostředí *Mapbox*, aby respondent měl dojem, že se jedná o totéž území.

5.3 Realizace eye-tracking experimentu

Experiment *Vliv denního a nočního režimu na percepci map* byl realizovaný v eye-tracking laboratoři na Katedře geoinformatiky v Olomouci. V první části byl respondent přivítán a obeznámen s výzkumnou metodou eye-tracking experimentu a také s tématem výzkumu. V další navazující části ET testování respondent uváděl základní identifikační údaje: jméno a příjmení, věk, průměrný počet hodin strávený za volantem za jeden týden a zodpověděl dotaz na používání navigací. Na základě odpovědi týkající se průměrného počtu hodin strávených za volantem byli dále respondenti rozděleni na aktivní nebo pasivní řidiče. Na skupinu, do které byl respondent zařazený na základě průměrného počtu hodin odjetého za týden, byl brán zřetel při vyhodnocování výsledků nasbíraných dat. Na základě odpovědi o používání navigací byli respondenti taktéž rozděleni při následném vyhodnocování výsledků. Při eye-tracking experimentu bylo otestováno celkem 43 respondentů.

Pro zjištění co nejobjektivnějších výsledků bylo osvětlení v ET laboratoři regulováno tak, aby byly vytvořené podmínky přijatelné jak pro den, tak pro noc. Dvě praktické části experimentu byly spuštěny respondentům vždy ve stejném pořadí. V první části měl respondent za úkol jet testovacím automobilem podle navigace při změně světelných podmínek a režimů navigace. Pro tuto část experimentu byla vytvořena jedna testovací jízda a čtyři obtížnostně srovnatelné jízdy (s randomizovaným pořadím). Respondenti měli odlišné mezičasy při jednotlivých jízdách, z toho důvodu musel být brán zřetel na tuto skutečnost při vyhodnocení výsledků první části.

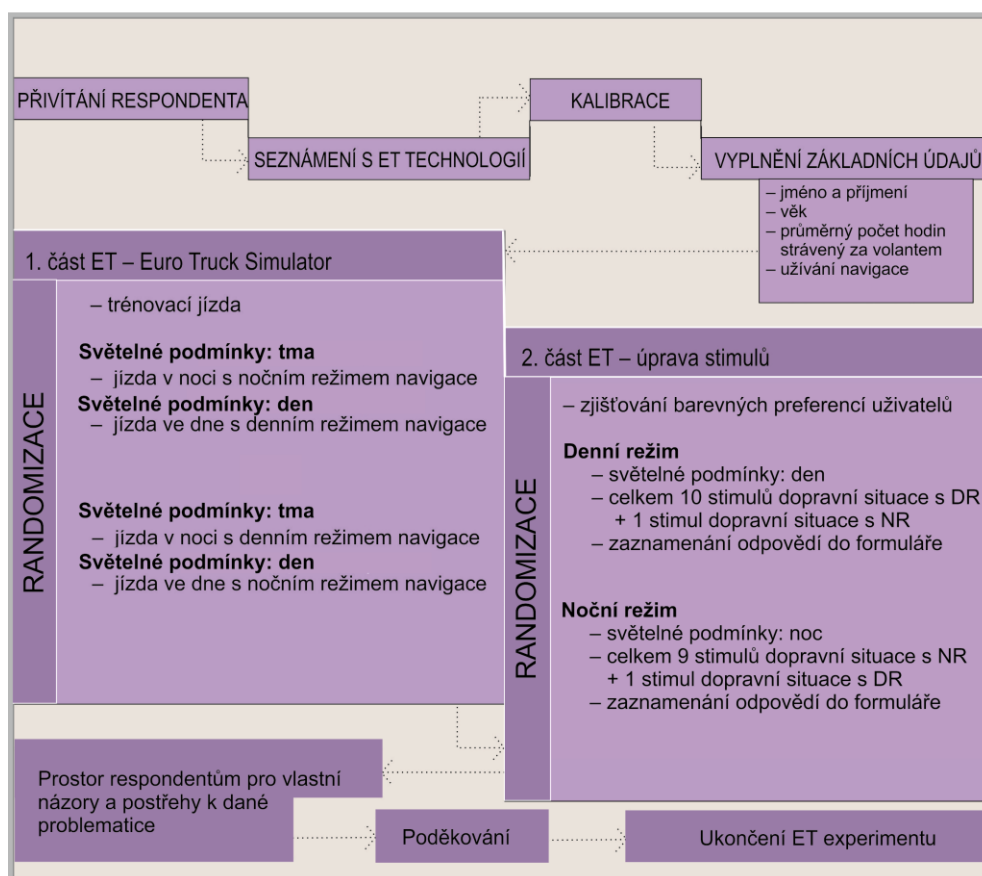
Druhá část testování zjišťovala uživatelské preference barevného provedení, kdy byly nejprve respondentům spuštěny testovací stimuly pro denní režim navigace a poté testovací stimuly pro noční režim navigace. Při druhé části experimentu byly taktéž upravovány světelné podmínky, aby nasimulované podmínky byly co nejrealističtější.

5.3.1 Technické provedení eye-tracking experimentu

Po úvodním přivítání a vyplnění osobních údajů následovala kalibrace. V první části testování byl brán zřetel na to, aby maximální odchylka kalibrace byla co nejmenší. Vzhledem k faktu, že oblast navigace byla dominantou pravého dolního rohu, mohla být maximální odchylka kalibrace určena jako 1°. V některých případech musel být proces kalibrace i několikrát opakován, aby bylo dosaženo stanovené hodnoty. Pro druhou část testování nebyl proces kalibrace směrodatný, neboť byla zaznamenávána data od respondentů pouze pomocí kliku myši. I přes tuto skutečnost však byla kalibrace nedílnou součástí i druhé části experimentu (obr. 11).

V první části ET experimentu byl testovaný vliv denního a nočního režimu na percepci map pomocí hry *Euro Truck Simulator*. Ve hře byly navolené obtížnostně srovnatelné trasy. Pomocí navigace s vypnutou funkcí navigování hlasem byl respondent naváděn po předem zvolené trase. Celkem byla navolena jedna tréninková jízda za účelem osvojení si řízení nákladního automobilu pomocí herního volantu, a další čtyři trasy samotného experimentu. Všem respondentům byla předložena stejně navolená trasa bez jakékoli změny. Pro objektivnost výsledných dat byla na kombinace režimů se světelnými podmínkami nastavena randomizace tak, aby jedna z kombinací nebyla znevýhodněna svým postavením. Mimo jiné byl průběh experimentu zaznamenáván a na jakoukoli dezorientaci při určité verzi byl brán zřetel při dalším vyhodnocení.

Druhá část ET testování byla vytvořena na základě zjištění preferencí uživatelů z online dotazníku. Respondent musel začátkem druhé části vyplnit své jméno a příjmení proto, aby se data z první části experimentu spárovala s daty z druhé části experimentu. Začátkem druhé části testování proběhla opět kalibrace. Na velikost odchylky nebyl brán zřetel, neboť byly zaznamenávány kliky myši a následně vyhodnocena správnost odpovědí a preference uživatele. Celkem bylo vytvořeno 21 stimulů, ve kterých bylo testováno různé barevné provedení obou režimů. Správnost odpovědí byla zjišťována v programu SMI BeGaze™, kde byly jednotlivé odpovědi respondentů zaznamenávány do souboru s příponou *.txt.



Obr. 11 Postup eye-tracking experimentu.

5.3.2 Charakteristika respondentů

ET experimentu se zúčastnilo celkem 43 respondentů. Jediným požadavkem bylo vlastnictví řidičského oprávnění skupiny B, jiné požadavky nebyly předem stanoveny. Mezi zúčastněnými respondenty bylo 24 mužů a 19 žen ve věkovém rozmezí 20–43 let.

Na základě vyplnění digitálního formuláře před zahájením první části testování byli respondenti rozděleni do skupin na aktivní a pasivní řidiče. Na toto rozdělení byl brán zřetel při konečném vyhodnocení výsledku. Průměrný počet strávený za volantem týdně vychází u všech respondentů 3,3 hodiny. Vzhledem ke skutečnosti, že celkem sedm respondentů z řad studentů odpověděli na průměrný počet hodin strávených za volantem týdně číslem nula, ovlivnili tím průměrný počet hodin všech respondentů. Na základě výše zmíněné skutečnosti tak byla hodnota 5 hodin průměrně strávených za týden za volantem stanovena jako mezní hodnota mezi aktivním a pasivním řidičem. Kritérium aktivního řidiče splňovalo celkem 11 respondentů, zbylých 32 respondentů bylo zařazeno do kategorie pasivního řidiče. Další kategorizace respondentů byla na základě odpovědi na používání navigace. Celkem 26 respondentů používá navigaci v běžném životě, zbylých 17 respondentů si zpravidla vyhledají trasu předem v autoatlase nebo v aplikaci.

5.3.3 První část testování

Testování vlivu denního a nočního režimu na percepci map bylo provedeno pomocí české hry *Euro Truck Simulator*. Hra *Euro Truck Simulator* poskytla prostředí, díky němuž mohly být respondentům přes počítačovou technologii nasimulovány podmínky z dopravního prostředí. Tyto podmínky však pochopitelně nebyly reálné, jelikož prostředí ve hře bylo upraveno tak, aby naplňovalo smysl testované problematiky a bylo možné získat data vypovídající o vnímání denního a nočního režimu uživateli navigací za různých podmínek. Pro jednoduchost ovladatelnosti (srovnatelné s řízením osobního automobilu) byl vybrán nákladní automobil bez návěsu. Následně byl přes příkazový řádek redukován provoz na minimum z důvodu plné koncentrace respondentů na řízení a celkový průběh testování. Respondent tak nebyl zpomalován dodržováním pravidel silničního provozu.

U každého respondenta proběhla nejdříve kalibrace. Jako maximální odchylka byla stanovena odchylka 1° z důvodu velké oblasti zájmu reprezentující navigaci (AOI). Dále respondent vyplnil identifikační údaje, byl seznámen s testovacím prostředím a absolvoval tréninkovou jízdu. Řízení automobilu probíhalo pomocí herního volantu, brzdového a plynového pedálu. Při této části byl respondent seznámen se skutečností, že nemusí dodržovat pravidla silničního provozu a má se orientovat jen podle navigace v pravém dolním rohu. Všem respondentům byl nastavený stejný pohled tak, aby nebyla vidět kabina nákladního automobilu a snížily se tak rušivé elementy, které by mohly ovlivnit výsledek testování (obr. 12).

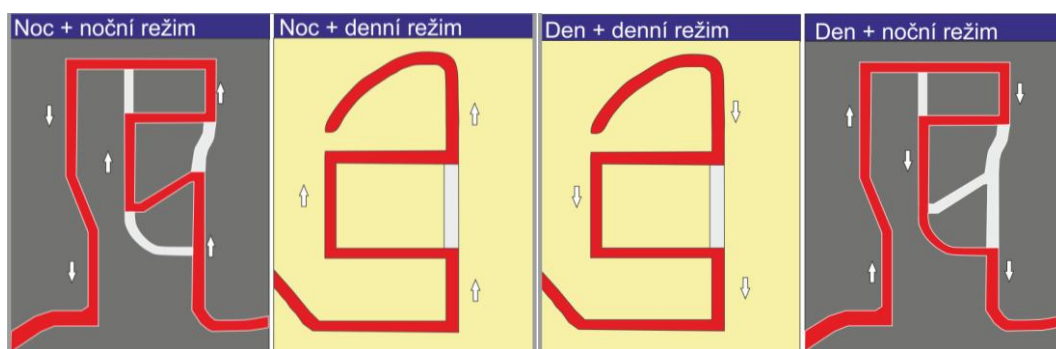


Obr. 12 Testovací místnost.



Obr. 13 Testovací verze experimentu.

Testovací verze experimentu pro osvojení řízení nákladního automobilu nebyla měřena, neboť každý respondent měl individuální potřeby a bylo zapotřebí odlišné množství času. V testovací jízdě byl respondent navigován ve dne s navigací s nočním režimem. Po osvojení si ovladatelnosti nákladního automobilu byly respondentům spuštěny čtyři testovací jízdy v náhodném pořadí tak, aby nebyly jednotlivé verze zvýhodněné svým pořadím. Celkově byly navolené čtyři obtížnostně srovnatelné trasy, které reprezentovaly jízdu v odlišných světelných podmínkách – ve dne i v noci (obr. 13).



Obr. 14 Režimy nastavení.

Světelné podmínky v ET laboratoři byly upraveny tak, aby co nejreálněji odpovídaly světelným podmínkám jak ve dne, tak v noci (obr. 14). Respondent dostal za úkol se navigovat pomocí mapy zobrazené v pravém dolním rohu. Aby se předešlo efektu učení a jednotlivé verze jízd nebyly ovlivněné respondentovou pamětí, byly vybrány dvě jízdy, ve kterých byl respondent navigován odlišným směrem. Při všech verzích testování byl měřený pohyb očí respondenta a čas strávený v oblasti zájmu představeném navigací a orientace v jednotlivých verzích. Jednotlivé verze a trasy byly vybírány systémem randomizace. Závěrem první části testování byli respondenti dotázáni autorkou práce na názor a preferenci řízení při změně režimů navigace.

Vyhodnocení první části testování

Před exportem dat a následným vyhodnocením byla u všech záznamů kontrolována hodnota *Tracking Ratio*. Tato hodnota podle Popelky (2015) udává kvalitu a množství naměřených dat, kdy je mezní hodnota stanovena na 90 % z celkové doby prezentace stimulů, u kterých byl pohled respondenta zaznamenáván. Toto kritérium nebylo splněno v jednom případě, kdy po přezkumu záznamu bylo zjištěno, že měl respondent na začátku testovací jízdy otočenou hlavu a poslouchal pokyny týkající se dodržování pravidel. Vzhledem k faktu, že se jednalo o testovací jízdu, nebyla tato data použita v následujícím vyhodnocení. Fixace byly detekovány na základě algoritmu s prahovými hodnotami 80 ms a 50 px (Popelka, 2014). V případech autohavárie automobilu byla data sesbírána pouze do samotné havárie, nikoli po ní. Respondent byl následně přesunut buď na jinou verzi jízdy, nebo na druhou část testování.

Jednotlivé kombinace režimů se světelnými podmínkami byly spouštěny na základě randomizace tak, aby byly výsledné data objektivní (tab. 5).

Tab. 5 Pořadí při spuštění verzí na základě randomizace

Pořadí	Verze			
	N+NR	N+DR	D+DR	D+NR
1.	18krát	9krát	12krát	4krát
2.	9krát	14krát	12krát	7krát
3.	7krát	13krát	10krát	14krát
4.	9krát	7krát	9krát	18krát

Statistické vyhodnocení první části ET experimentu probíhalo v tabulkovém procesoru Microsoft Excel 2013, kam byla data nahrána s příponou *.txt. Jako další softwary pro zpracování naměřených dat bylo vybráno BeGaze 3.7 a RStudio.

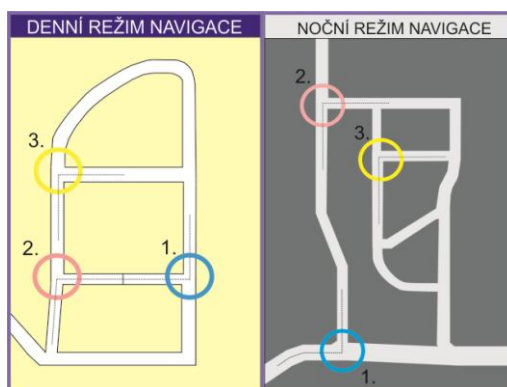
V prostředí BeGaze 3.7 byla vytvořena oblast zájmu (AOI) na oblast navigace, která byla při vyhodnocení podrobně sledována (obr. 15). Po dobu všech jízd byl respondent sledován a jakákoli nepatrná dezorientace v navigačním prostředí byla zaznamenána pro další zpracování.



Obr. 15 Vymezení zájmových oblastí AOI.

Navolení sledovaných úseků na trati pro denní i noční režim

Z důvodu odlišnosti navolených tras bylo zapotřebí jednotlivé jízdy srovnávat po částech tak, aby porovnávané úseky měly stejnou nebo velmi podobnou charakteristiku. Jak pro jízdu s denním režimem navigace, tak pro jízdu s nočním režimem navigace byly vybrány tři úseky na trati, které byly dále zkoumány (obr. 16). Vzhledem k faktu, že respondent jel trasu podle navigace tam a zpět, jsou úseky ve smyslu odbočení opačné (tab. 6). Sledované úseky jsou vždy doplněné o číslo a o přerušovanou čáru, která značí úsek, na němž byl respondent sledován. Sledovaný úsek je v obou směrech stejně dlouhý. V těchto úsecích byl sledován pouze počet fixací, tedy kolikrát se účastník experimentu podíval do navolené oblasti zájmu navigace. Délka fixací nebyla zjišťována z důvodu různé rychlosti, kterou respondenti úsek projížděli a která by tak vedla k vyvození chybných závěrů.



Obr. 16 Tři vybrané úseky na trati s denním režimem navigace.

Tab. 6 **Směry odbočení v testovaných verzích**

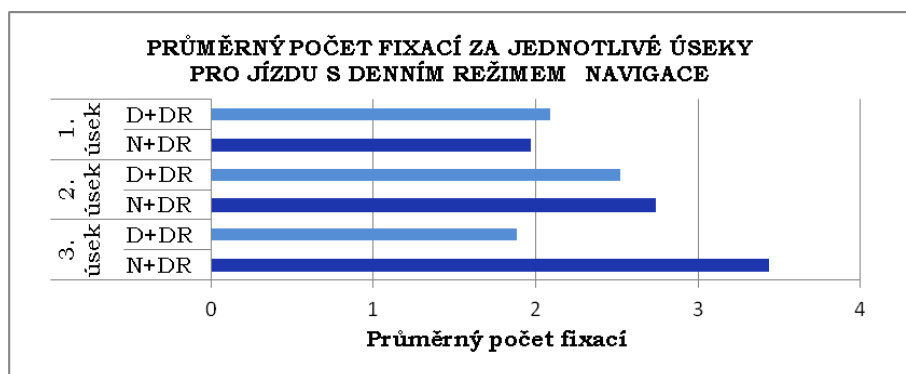
Úsek	D+DR	N+DR	N+NR	D+NR
1.	doprava	Doleva	doprava	doleva
2.	doleva	Doprava	doleva	doprava
3.	doleva	Doprava	doprava	doleva

V ET testování byl brán zřetel především na účinnost a efektivitu přenosu informací při změně navigačních režimů za odlišných světelných podmínek. Vzhledem k cíli bakalářské práce byly pro další vyhodnocení zvolené metriky, jako je čas strávený v AOI navigace v ms a v procentech, počet fixací a počet návratů pohledů oka respondenta do AOI navigace (tab. 7).

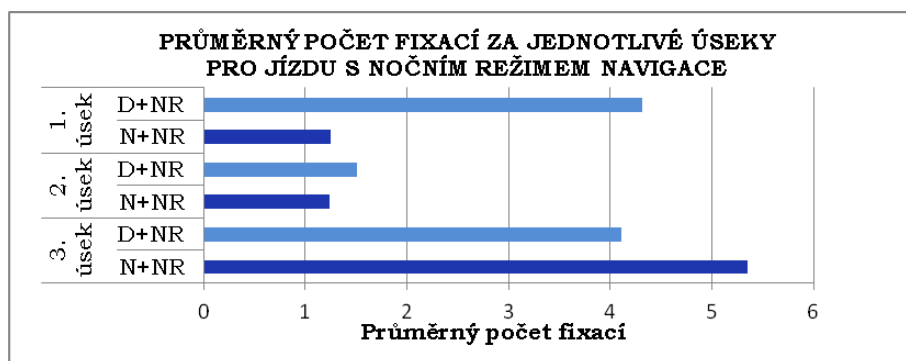
Tab. 7 **Vybrané metriky pro hodnocení**

Metrika	Popis metriky
Dwell Time [ms]	Čas strávený v zájmové oblasti v ms
Dwell Time [%]	Čas strávený v zájmové oblasti v %
Revisits	Počet návratů pohledů oka respondenta
Fixation Count	Počet fixací

Při testování jednotlivých jízd byly měněné světelné podmínky, aby alespoň z části simulovaly jízdu ve dne a v noci. U některých respondentů nosících dioptrické brýle odrážela sklička brýlí odlesky od svítícího monitoru. Z toho důvodu nebylo možné, aby eye-tracker zaměřil zcela přesně zornici respondenta. Dále byla některá data vyřazena kvůli havárii testovacího automobilu. Nahraná videa pohybu očí byla individuálně procházena a nevyhovující z nich byla vyřazena.



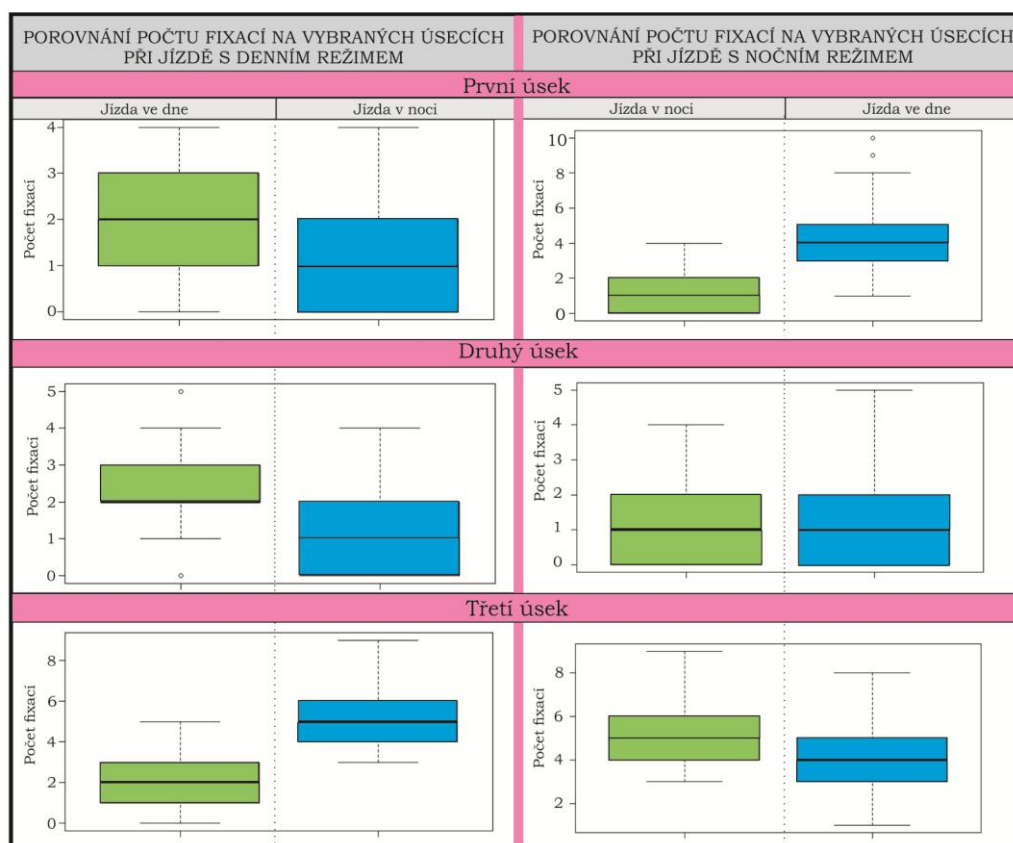
Graf 7 Průměrný počet fixací za jednotlivé úseky pro jízdu s denním režimem navigace.



Graf 8 Průměrný počet fixací za jednotlivé úseky pro jízdu s nočním režimem navigace.

Při prvním měření úseku jízdy s denním režimem navigace je průměrný počet fixací o 0,13 fixace větší při kombinaci jízdy ve dne s denním režimem navigace (graf 7). Oproti tomu další dva měření úseky vykazují větší rozdíl v průměrném počtu fixací. U druhého měřeného úseku byl nižší průměrný počet fixací právě u testovací verze ve dne s denním režimem navigace. Na posledním měřeném úseku je možné vidět nejvýraznější rozdíl mezi jízdou ve dne s denním režimem navigace a jízdou v noci s denním režimem navigace. Z toho je možné usoudit, že pro uživatele tedy bylo jednodušší jet s ve dne s použitím denního režimu navigace než v noci s použitím denního režimu navigace. V porovnání průměrného počtu fixací pro jízdu s nočním režimem navigace byl počet fixací ve dvou ze tří měřených úseků vyšší právě u kombinace jízdy ve dne s tímto režimem (graf 8). Nejvýraznější rozdíl je možné vidět právě u prvního úseku, kdy průměrný počet fixací je mnohonásobně menší u jízdy v noci s nočním režimem navigace. Na třetím měřeném úseku je však průměrný počet fixací vyšší právě u kombinace nočního režimu navigace a jízdou v noci.

Pro lepší vizualizaci byly v softwaru RStudio vytvořené krabicové grafy, tzv. boxploty. Každý boxplot srovnává počet fixací na vybraných úsecích pro oba režimy.



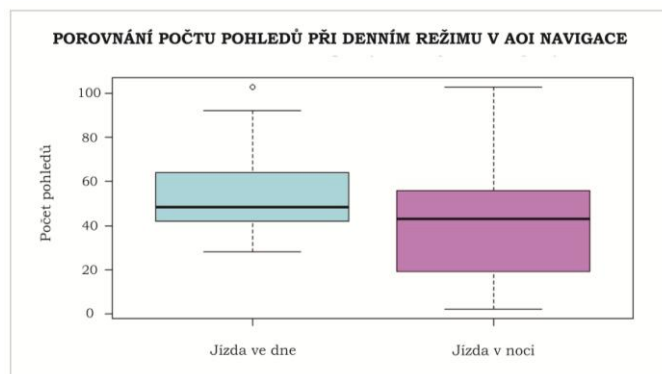
Graf 9 Porovnání počtu fixací při jízdě s denním a nočním režimem.

Při procházení jednotlivých videí bylo zjištěno, že čím delší úsek měl respondent jet, tím méně se díval do navigace. Toto zjištění má za následek to, že například u prvního úseku při jízdě v noci s nočním režimem byl počet fixací u některých z respondentů roven nule.

Další sledované kritérium u všech kombinací jízdy byla prostorová orientace účastníka testování při jízdě. Účastníci testování si při jízdě ve dne s nočním režimem navigace nebyli jisti, na které odbočce mají odbočit. V některých případech byli nuceni zastavit, v jiných odbočku přejeli, nebo odbočili dříve. Celková nejistota byla zaznamenána u pěti účastníků, kdy konkrétně tři účastníci v běžném životě navigaci nepoužívají. Účastníci experimentu měli možnost komentovat jednotlivé verze testování z hlediska komfortnosti. Celkem dva účastníci experimentu označili navigaci s denním režimem při jízdě ve tmě jako příliš výraznou, kdy na ně měla spíše matoucí dopad.

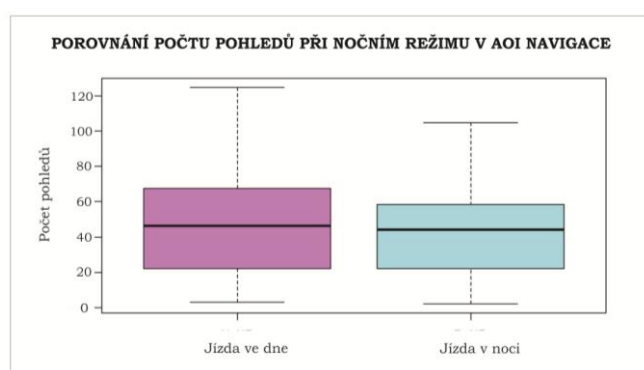
Další z provedených analýz bylo srovnání počtu pohledů v AOI navigace s denním režimem navigace jak při jízdě ve dne tak při jízdě v noci pomocí boxplotů (tzv. krabicových grafů) v softwaru RStudio. Tato numerická data mohla být srovnána z důvodu charakterově velmi podobných tras, pouze v opačném směru.

Z grafu 10 je patrné, že větší počet pohledů do oblasti zájmu navigace je při použití denního režimu při jízdě ve dne. Rozdíl hodnoty mediánu, označeného tlustou černou čarou, je nepatrný.



Graf 10 Porovnání denního režimu navigace při odlišných světelných podmínkách.

Stejná analýza byla vytvořena také pro noční režim, kdy pomocí krabicového grafu byl srovnán počet pohledů při jízdě v noci a ve dne.



Graf 11 Porovnání denního režimu navigace při odlišných světelných podmínkách.

Při jízdě v noci s nočním režimem navigace byl zjištěný větší počet pohledů v AOI navigace než při jízdě ve dne s nočním režimem navigace. Tlustou černou čarou je zvýrazněný medián, který představuje mezník rozdělující data na dvě poloviny. Tak jako v případě denního režimu navigace, je rozdíl mediánu v porovnání jízdy v noci i ve dne nepatrný.

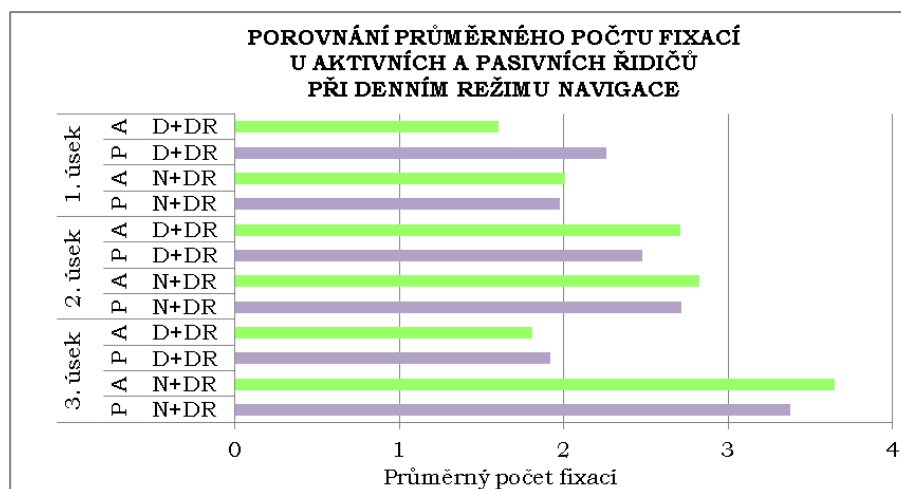
Práce s navigací u aktivních a pasivních řidičů

Pro základní charakteristiku nasbíraných dat bylo pracováno s průměrnou délkou fixací v AOI navigace za jednotlivé jízdy. Jako s další charakteristikou bylo pracováno s průměrným časem stráveným v zájmové oblasti navigace za jednu jízdu uváděném v procentech. Je patrné, že skupina pasivních řidičů strávila v AOI navigace průměrně více času než skupina aktivních řidičů (tab. 8).

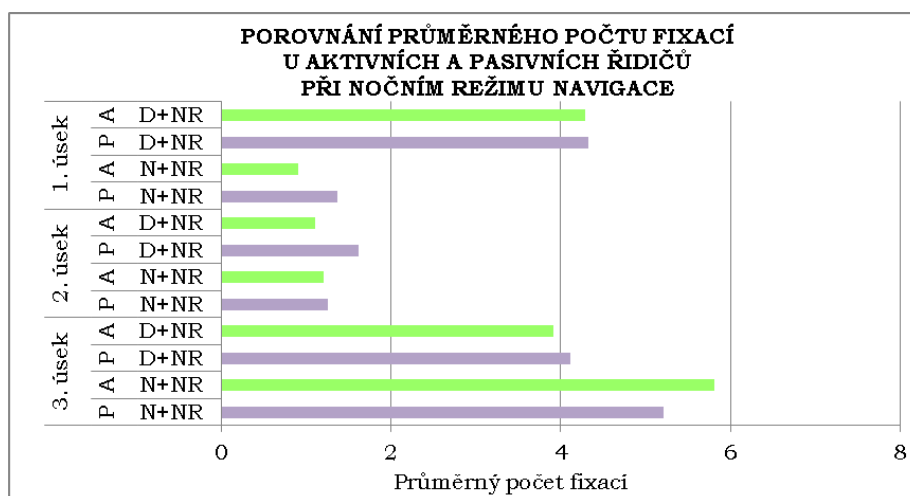
Tab. 8 Porovnání práce s navigací u aktivních a pasivních řidičů

	Celková skupina	Pasivní řidič	Aktivní řidič
Průměrný počet hodin strávených týdně za volantem	–	< 5 hodin	> 5 hodin
Počet zúčastněných respondentů	43	32	11
Průměrný čas strávený v AOI navigace za jednu jízdu v procentech	17,4 %	17,9 %	17,3 %

Následně byly vytvořené grafy v tabulkovém editoru Microsoft Office Excel 2013 s porovnáním počtu fixací u skupin aktivních (A) a pasivních řidičů (P) za měřené úseky pro oba režimy se změnou světelných podmínek (grafy 12 a 13).



Graf 12 Porovnání průměrného počtu fixací u aktivních a pasivních řidičů při denním režimu navigace.



Graf 13 Porovnání průměrného počtu fixací u aktivních a pasivních řidičů při nočním režimu navigace.

Ve dvou ze tří měřených úseků při jízdě ve dne s denním režimem navigace měla skupina aktivních řidičů menší počet fixací než skupina pasivních řidičů. Při jízdě v noci s denním režimem navigace měla naopak ve dvou ze tří měřených úseků skupina pasivních řidičů menší počet fixací než skupina aktivních řidičů.

Při jízdě ve dne s nočním režimem navigace skupina aktivních řidičů měla menší počet fixací na všech třech měřených úsecích. Při jízdě v noci měla skupina pasivních řidičů menší počet fixací u třetího měřeného úseku.

Práce aktivních a neaktivních uživatelů navigace

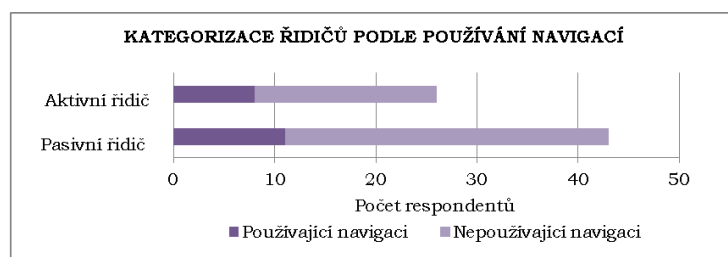
Dále byla porovnána skupina řidičů používající navigaci v běžném životě se skupinou řidičů, kteří navigaci nepoužívají (tab. 9). Pro základní provedené srovnání bylo pracováno s metrikou času stráveného v oblasti navigace v procentech.

Tab. 9 Porovnání práce aktivních a neaktivních uživatelů navigace

	Celková skupina	Respondenti používající navigaci	Respondenti nepoužívající navigaci
Počet zúčastněných respondentů	43	26	17
Průměrný čas strávený v AOI navigace za jednu jízdu v procentech	17,4 %	16,6 %	19,5 %

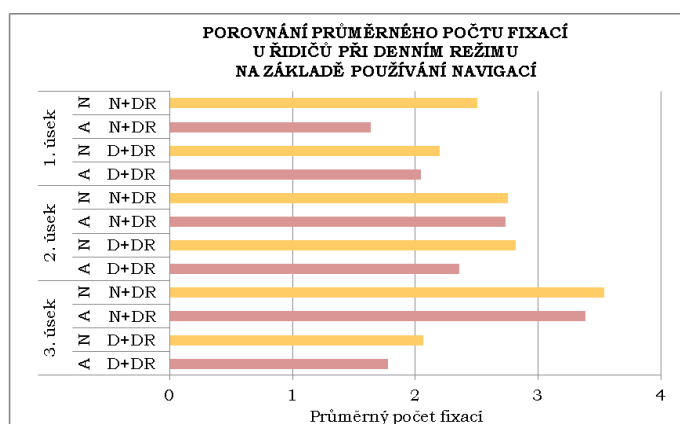
Při porovnání řidičů využívající navigace v běžném životě s řidiči, kteří navigaci nevyužívají, byly zjištěny zajímavé výsledky. Řidiči využívající běžně navigaci prokázali lepší schopnosti týkající orientace a získání informací v AOI navigace, kde respondenti používající navigaci strávili zhruba o 3 % méně času.

Mezi testovanými respondenty byli i tací, kteří byli zařazeni do skupiny aktivních řidičů a zároveň do skupiny nepoužívající navigaci v běžném životě (graf 14).



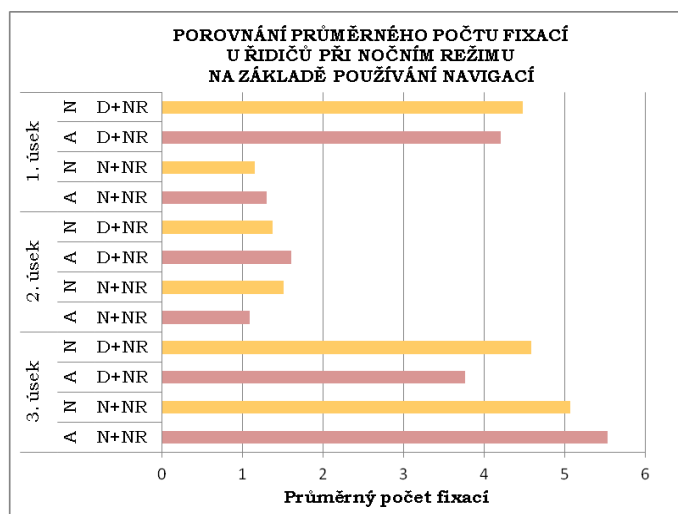
Graf 14 Kategorizace řidičů podle užívání navigace.

Obě skupiny byly dále srovnávány na základě počtu fixací na stanovených úsecích pro oba režimy se změnou světlených podmínek. Písmena A a N označují, zda účastník experimentu využívá v běžném životě navigaci. Písmeno A označuje ty, kteří navigaci používají. Naopak písmeno N označuje ty uživatele, kterým je používání navigace cizí.



Graf 15 Porovnání průměrného počtu fixací u řidičů při denním režimu na základě používání navigací.

Je patrné, že uživatelé nepoužívající navigaci mají při jízdě s denním režimem na všech měřených úsecích větší počet fixací bez ohledu na světelné podmínky (graf 15).

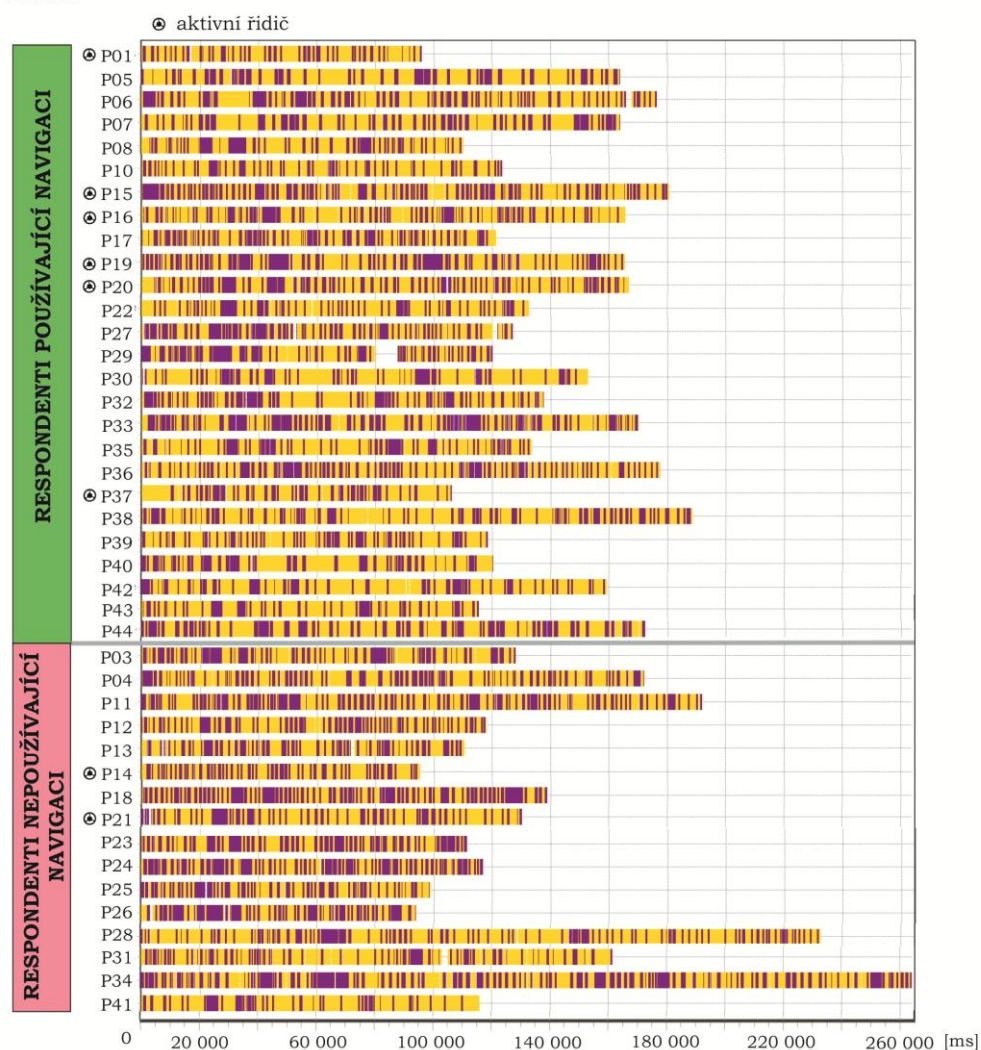


Graf 16 Porovnání průměrného počtu fixací u řidičů při nočním režimu na základě používání navigací.

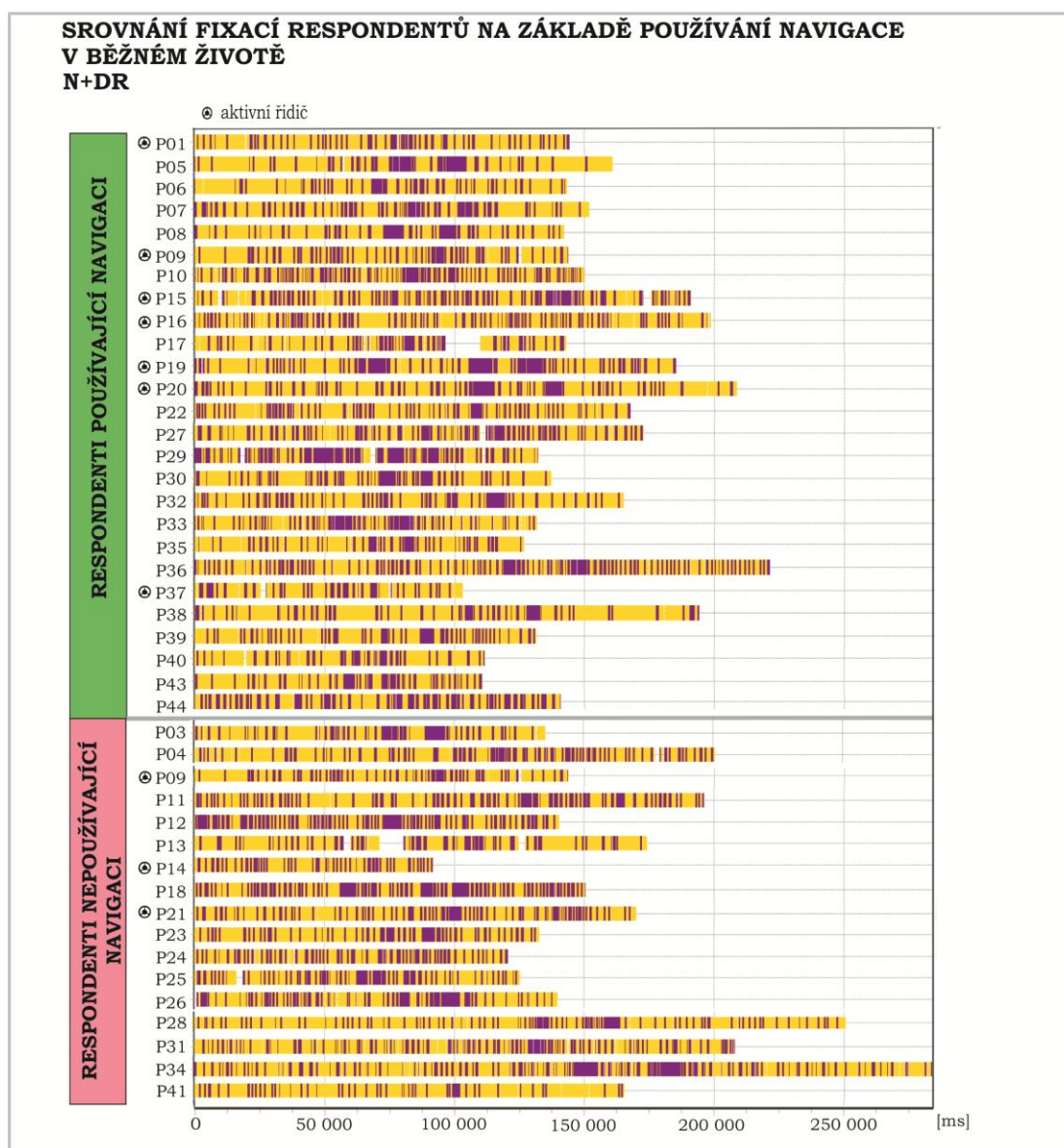
Skutečnost většího počtu fixací u uživatelů nepoužívající navigace nebyla potvrzena při použití nočního režimu, kde v některých případech byl větší počet fixací u uživatelů používající navigace v běžném životě (graf 16).

Dále byla v softwaru BeGaze 3.7 vytvořena analýza *AOI Sequence Chart* s oblastmi zájmu navigace a zbylého obrazu. Počet a délka fixací v oblasti navigace je zobrazena fialovou barvou, pohledy do zbylého prostoru monitoru znázorňuje žlutá barva. Bílá místa v barevném pásu charakterizují, kdy eye-tracker ztratil se zornicí respondenta kontakt. V případech havárie nákladního automobilu byl *Sequence Chart* doplněn páskem šedé barvy. V této analýze byli respondenti rozděleni na základě používání navigací v běžném životě (obr. 17).

**SROVNÁNÍ FIXACÍ RESPONDENTŮ NA ZÁKLADĚ POUŽÍVÁNÍ NAVIGACE
V BĚŽNÉM ŽIVOTĚ
D+DR**



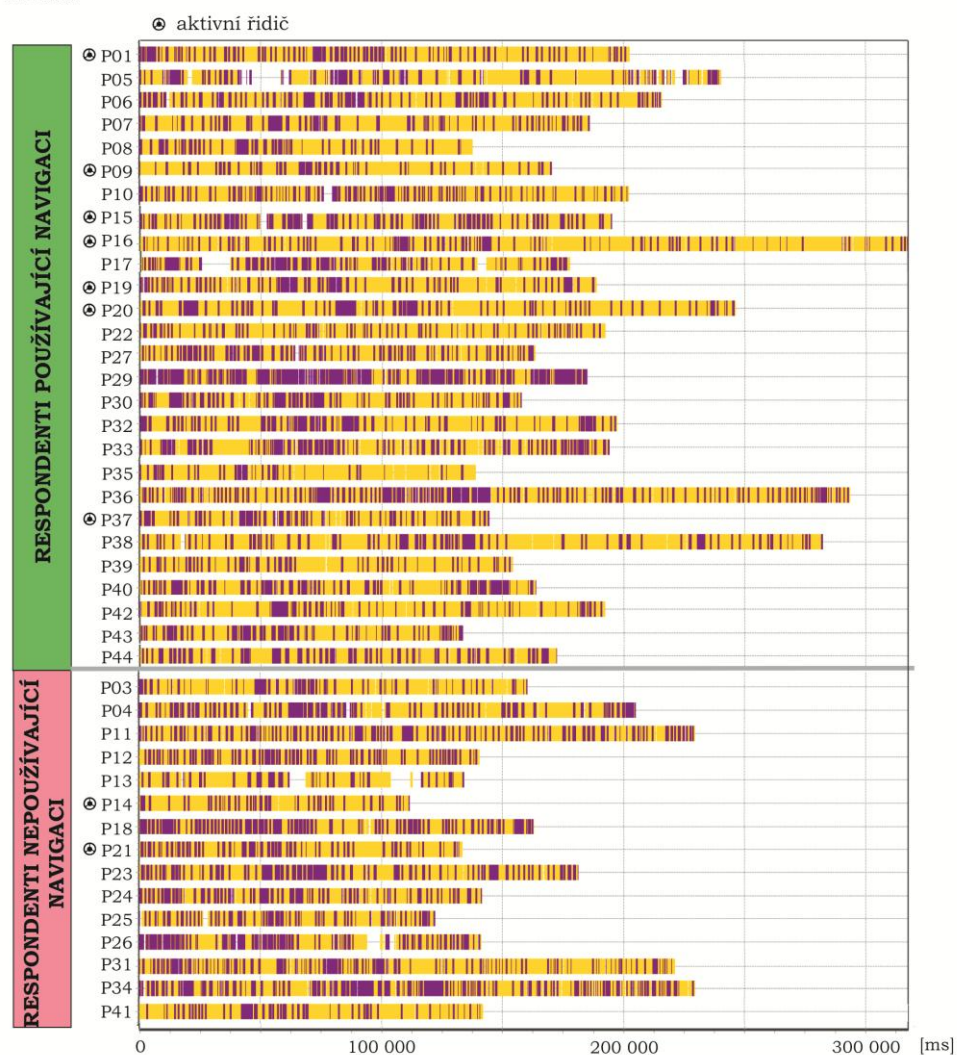
Obr. 17 Srovnání fixací respondentů na základě používání navigace v běžném životě D+DR.



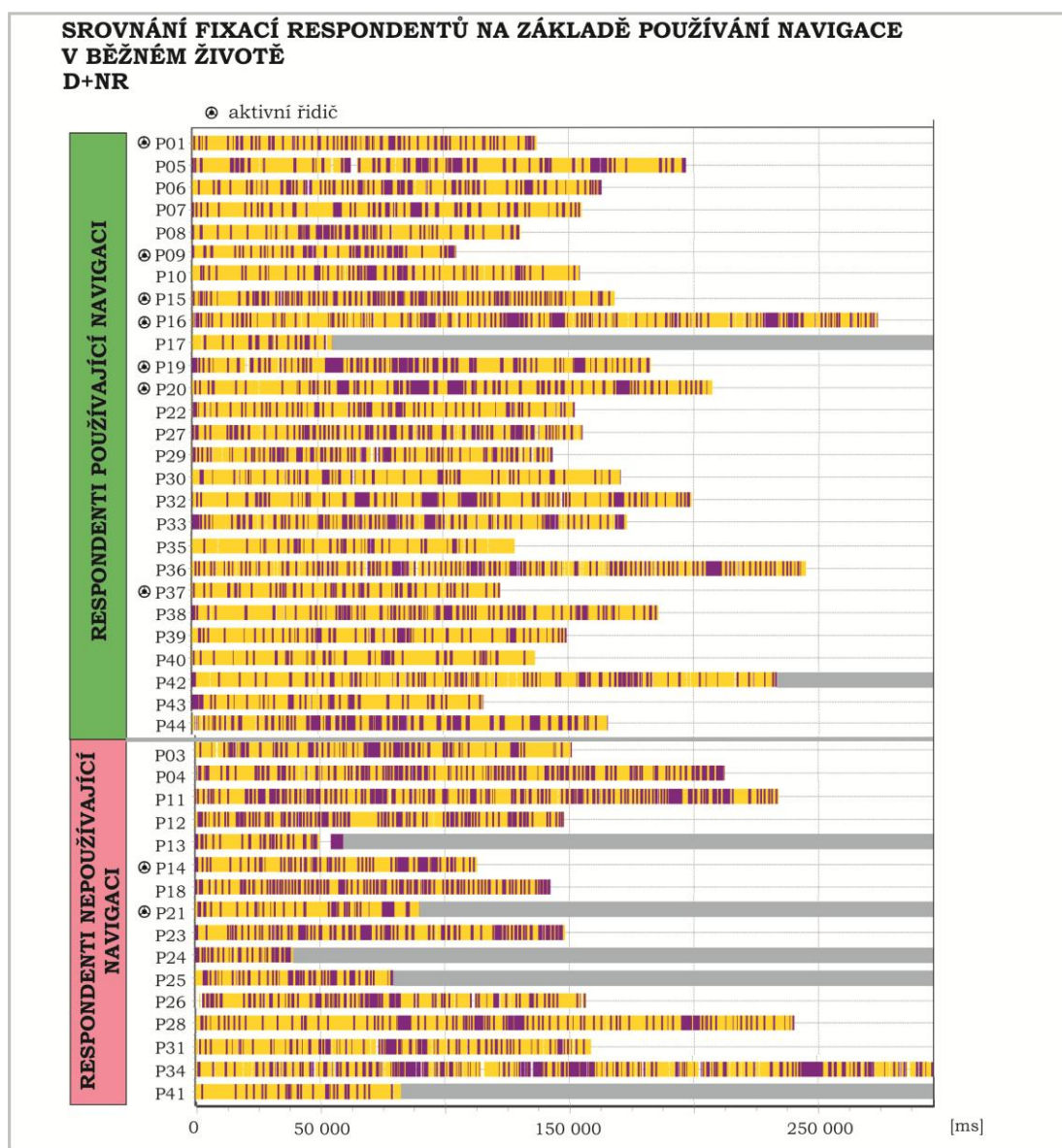
Obr. 18 Srovnání fixací respondentů na základě používání navigace v běžném životě N+DR.

Z analýzy tzv. Sequence Chart vytvořené pro jízdu ve dne s denním režimem navigace je patrné, že uživatelé navigací mají v oblasti zájmu navigace menší počet fixací než respondenti, kteří navigaci nevyužívají. Tyto fixace jsou zároveň delší. Toto zjištění však nebylo potvrzeno při jízdě v noci s denním režimem navigace (obr. 18).

**SROVNÁNÍ FIXACÍ RESPONDENTŮ NA ZÁKLADĚ POUŽÍVÁNÍ NAVIGACE
V BĚŽNÉM ŽIVOTĚ
N+NR**



Obr. 19 Srovnání fixací respondentů na základě používání navigace v běžném životě N+NR.



Obr. 20 Srovnání fixací respondentů na základě používání navigace v běžném životě D+NR.

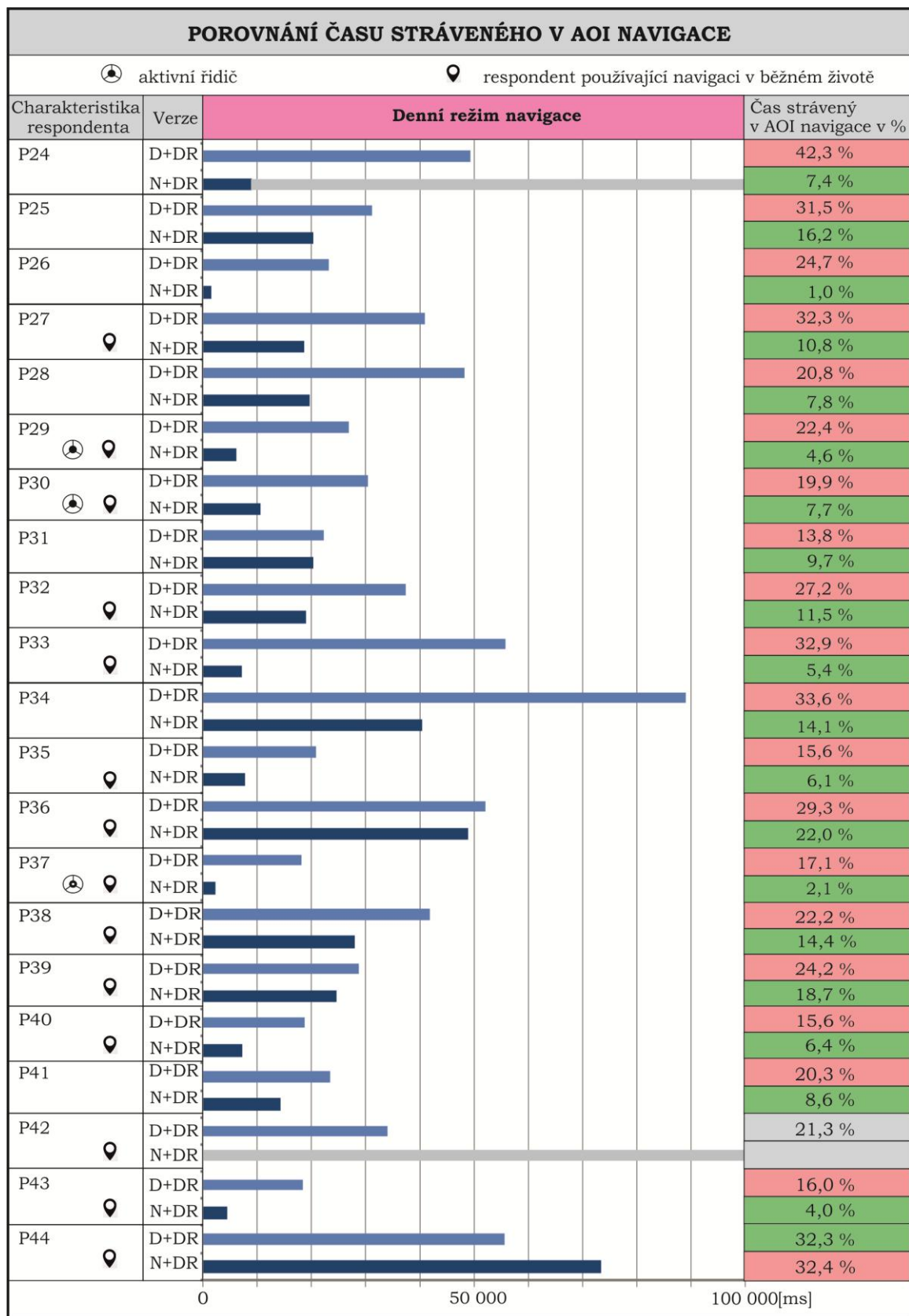
Při jízdě v noci s nočním režimem navigace lze u některých z respondentů používající navigace vidět delší fixace v zájmové oblasti obrazu než u respondentů nepoužívající navigace. Toto zjištění však nelze potvrdit při jízdě ve dne s denním režimem navigace.

Práce s navigací pro oba režimy za odlišných světelných podmínek

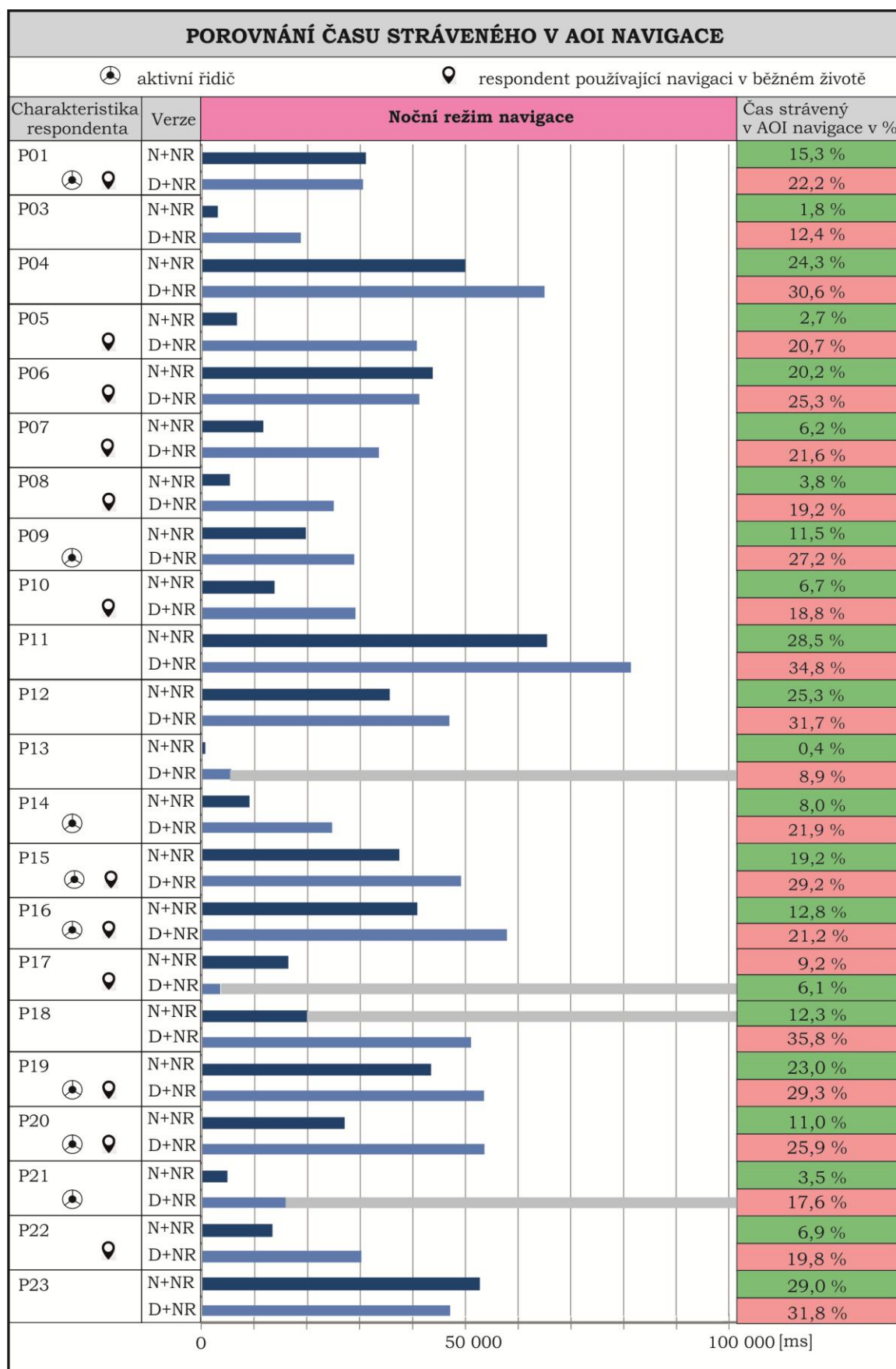
Dále bylo provedeno porovnání celkového času stráveného v oblasti navigace při jednotlivých jízdách, kdy sloupec vpravo udává čas strávený navigace v procentech. Šedé pásy představují ty verze jízdy, u kterých nebylo možné zpracovat výsledky z důvodu havárie nákladního automobilu. U každého respondenta je uvedena charakteristika.



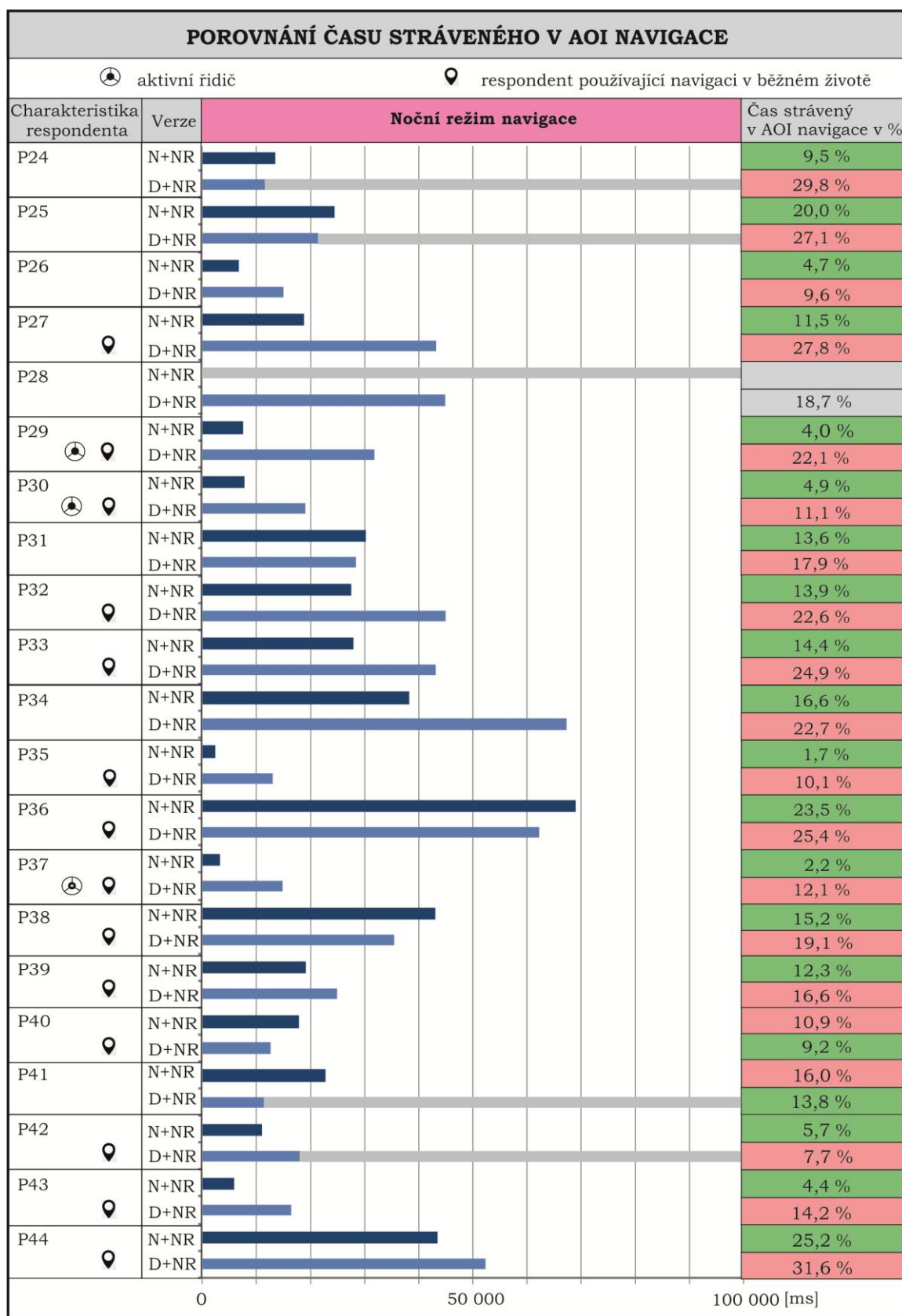
Obr. 21 Porovnání času stráveného v AOI navigace – denní režim.



Obr. 22 Porovnání času stráveného v AOI navigace – denní režim.



Obr. 23 Porovnání času stráveného v AOI navigace – noční režim.



Obr. 24 Porovnání času stráveného v AOI navigace – noční režim.

V drtivé většině při jízdě s denním režimem navigace byl průměrný čas v procentech strávený v AOI navigace nižší při jízdě v noci než při jízdě ve dne. Tato skutečnost nebyla potvrzena u dvou respondentů, z nichž u jednoho byl rozdíl pouze 0,1 %. V případě nočního režimu jsou výsledky naprosto opačné. Všichni kromě jednoho respondenta, který používá navigaci v běžném životě, mají nižší čas strávený v AOI navigace právě v kombinaci jízdy v noci s nočním režimem navigace.

5.3.4 Druhá část testování

Na začátku druhé části testování byl respondentům vysvětlený způsob práce a odpovídání, odlišující se od první části experimentu. Opět byla provedena individuální kalibrace s odchylkou do 1°. Pro testování denního režimu bylo vytvořeno celkem 11 stimulů. Noční režim byl testovaný na deseti stimulech. Nejprve byla testována skupina stimulů pro denní režim, kdy byly jednotlivé stimuly spouštěny náhodně. Testování nočního režimu následovalo po dotestování denního režimu a stimuly byly spouštěny opět v náhodném pořadí. Mapové podklady pro tvorbu navigačních stimulů byly vytvořené v prostředí *Mapbox*. Toto prostředí umožňuje přípravu návrhů jednotlivých mapových podkladů pro různé účely. V prostředí *Mapbox* bylo pozměněno pouze barevné rozhraní mapového podkladu, který byl vytvořený pro každý stimul odlišně podle potřeb testování. Dále byly vytvořené stimuly v podobě screenshotů ze hry *Euro Truck Simulator*. Byla snaha vybrat velmi situačně podobné místo jak ve hře *Euro Truck Simulator*, tak v prostředí *Mapbox* tak, aby respondent měl dojem, že se jedná o totéž území.

Každý úkol se skládal ze série stimulů a skupiny otázek, které byly u všech úkolů shodné. Jednotlivé stimuly přicházely v sérii za sebou. Jako první se respondentovi objevila dopravní situace (stimul 1), kde bylo potřeba vyřešit další průběh trasy. Zobrazení stimulu 1 bylo náhodně generováno v rozmezí 2–4 vteřin. Náhodnost zde byla zvolena kvůli větší objektivnosti výsledků. Následně se respondentovi zobrazil na velmi krátkou chvíli další stimul v pořadí (podstimul 2), který doplňoval screenshot dopravní situace o navigační okno s vyznačeným dalším průběhem jízdy. Navigační okno bylo zobrazeno v různých rozích monitoru tak, aby byl respondent nucený dívat se před sebe a nikoli už na předem zvolené místo umístění navigace. Stimul 2 byl zobrazený na 600 ms. Tento čas byl vybrán na základě zkušebního experimentu. Třetí stimul je shodný jako první stimul, pro navození reálné situace, kdy se uživatel podívá na navigaci a pak zpět na silnici. Následně byl respondent vyzván k tomu, aby vyplnil formulář s otázkami týkající se správnosti přečtení informace z navigace (obr. 25).

Stihli jste získat informace o dalším průběhu cesty?

☐ ANO
 ☐ NE

Dělalo Vám problém informaci vyčíst?

☐ ANO
 ☐ NE

Jaký je další průběh cesty?

☐
☐
☐

NEVÍM

Obr. 25 Formulář pro zjištění přenosu transferu informací.

Dále byl respondent vyzván k vyplnění formuláře týkajícího se barevného provedení navigace, kdy bylo zapotřebí vybrat na stupnici 1–5, zda mu barevné provedení vyhovuje či ne. Vzhledem ke krátkému času zobrazení barevného provedení navigace obou režimů bylo barevné provedení jednotlivých navigací respondentovi připomenuto. Mezi jednotlivými formuláři se respondent pohyboval mezerníkem (obr. 26).

Náhled barevného provedení navigace ze stimulu č. 2

Barva zvýrazněné trasy:

nevyhovuje vyhovuje

Kontrastnost:

nevyhovuje vyhovuje

Obr. 26 Formulář pro zjištění barevné preference.

Mezi úkoly zkoumající uživatelské preference byly zařazené dvě série stimulů s jiným konceptem (obr. 27). V prvním případě byly vytvořené stimuly se stejným konceptem, kdy byla respondentovi nasimulována jízda ve dne. Respondent byl v těchto případech navigován jak navigací s denním režimem, tak navigací s nočním režimem. Obě verze navigací byly zobrazené na stejný časový interval. Jedinou měřenou metrikou byla v tomto případě správnost jednotlivých odpovědí. Následně byl respondentům zobrazen formulář stejný jako u ostatních stimulů, kde odpovídali na další průběh trasy a dále hodnotili barevné provedení jednotlivých mapových podkladů v navigacích.



Obr. 27 Stimuly zkoumající uživatelské preference.

Druhý úkol z nich byl vytvořen pro zjištění pozornosti respondenta (obr. 28). Jednalo se o stimuly připravené pro denní režim navigací využívaných v noci. Respondentovi byla zobrazena dopravní situace se semaforem, na kterém svítila zelená. Pro probliknutí navigace s denním režimem se také změnila světla semaforu na červenou. Následoval jiný koncept otázky, jestli se změnila nějak dopravní situace, popřípadě jak.



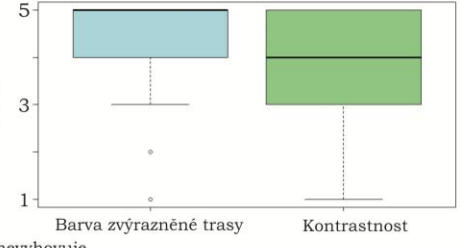
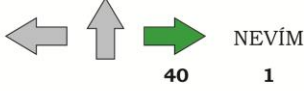
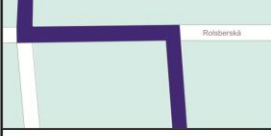
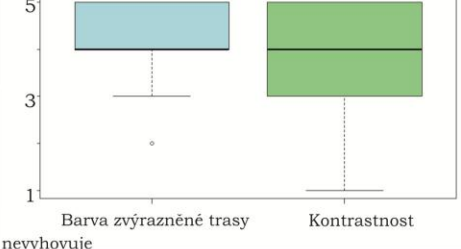
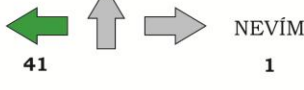
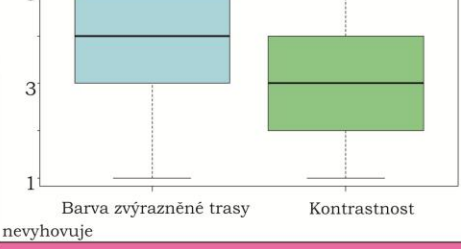
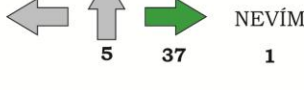
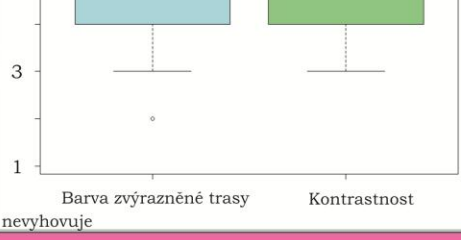
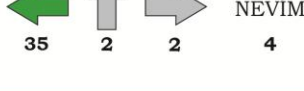
Obr. 28 Stimuly pro zjištění pozornosti respondenta.

V některých případech byly vybrány stimuly s nějakým rušivým elementem, jako je například v noci svítivý billboard. Jiné mapové podklady byly upraveny tak, aby nevhodně zvolené barvy navzájem splývaly a respondentovi dělalo značnější problém se v navigaci zorientovat.

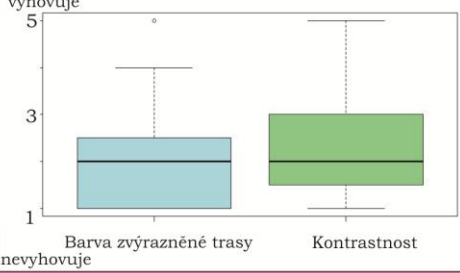
Jelikož většina dotázaných respondentů v online dotazníku odpověděla, že pro navigační účely využívá mobilní telefon, navigační okno bylo rozměrově přizpůsobeno displeji chytrého telefonu Huawei P8 Lite. Všechny mapové podklady pro stimuly (kromě stimulů reprezentující dopravní situaci s kruhovým objezdem) byly vytvořeny ve shodném měřítku.

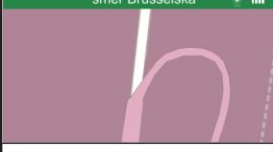
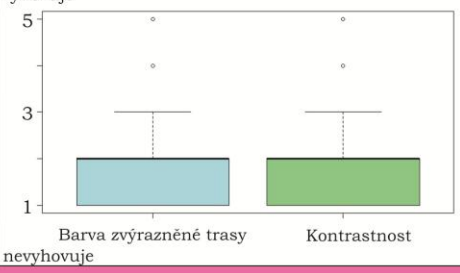
Vyhodnocení druhé části testování

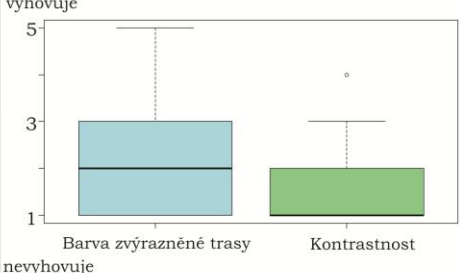
Druhá část experimentu byla zaměřena na zkoumání tzv. použitelnosti, kdy byl brán zřetel na práci respondenta s navigací, především na efektivitu a účinnost přenosu informací k respondentovi. U každého stimulu bylo vytvořeno odlišné barevné provedení, jak mapového podkladu, tak barvy zvýrazněné trasy. Při vyhodnocení druhé části experimentu byl brán zřetel převážně na správnost a jistotu odpovědi respondentů. Dále byly hodnoceny preference uživatelů z hlediska barvy zvýrazněné trasy a kontrastnosti. Pro lepší vizualizaci byly pro odpovědi týkající se barevného provedení navigace vytvořeny boxploty (tzv. krabicové grafy) v softwaru RStudio. Správnost odpovědí, tedy i efektivita transferu informací, byla vypočítána procentuálně. Správný následující průběh cesty znázorněný zelenou šipkou. Kompletní přehled o vyhodnocení jednotlivých stimulů druhé části s vyřazením stimulů s odlišným konceptem testování (obr. 27 a 28).

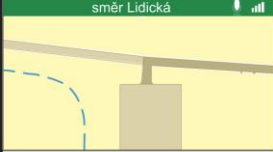
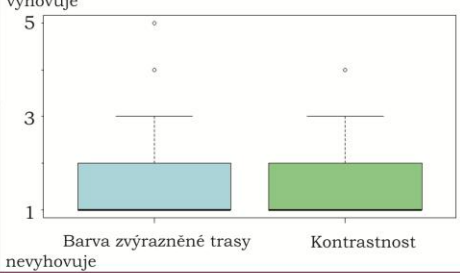
Stimul 1-DR 	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 1-DR 
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	40	1	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	2	39	
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 41 	Jaký je další průběh cesty?			
				
Správnost odpovědí: 97,6%				
Stimul 2-DR 	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 2-DR 
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	41	1	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	2	40	
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 42 	Jaký je další průběh cesty?			
				
Správnost odpovědí: 97,6%				
Stimul 3-DR 	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 3-DR 
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	39	4	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	13	30	
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 43 	Jaký je další průběh cesty?			
				
Správnost odpovědí: 86%				
Stimul 4-DR 	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 4-DR 
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	37	6	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	12	31	
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 43 	Jaký je další průběh cesty?			
				
Správnost odpovědí: 81,4%				

Obr. 29 Kompletní vyhodnocení jednotlivých stimulů – 1. část.

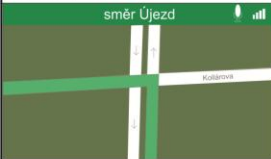
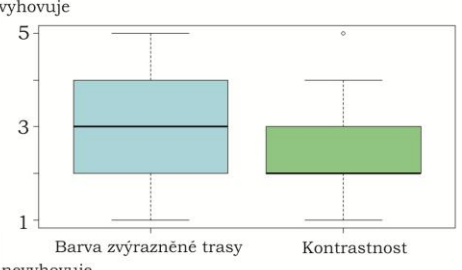
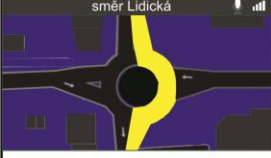
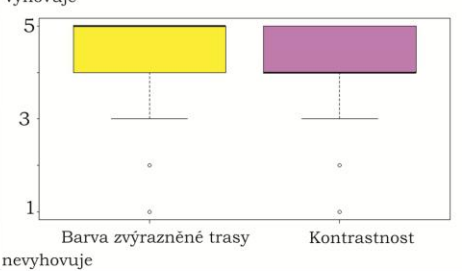
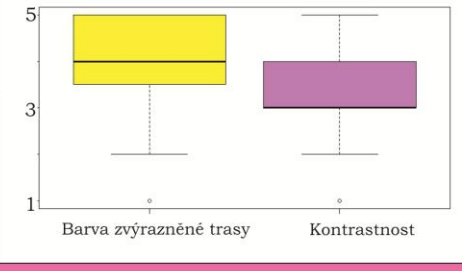
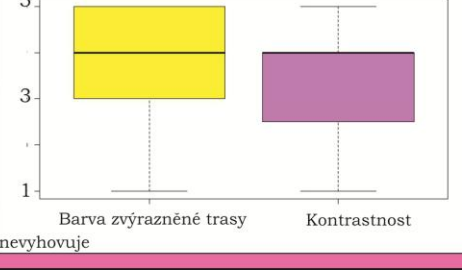
Stimul 5-DR 	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 5-DR 
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	35	7	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	21	21	
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 42 	Jaký je další průběh cesty?			
	   NEVÍM			
	3 32 1 6			
Správnost odpovědi: 76,2%				

Stimul 6-DR 	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 6-DR 
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	41	1	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	14	28	
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 42 	Jaký je další průběh cesty?			
	   NEVÍM			
	1 2 38 1			
Správnost odpovědi: 90,5%				

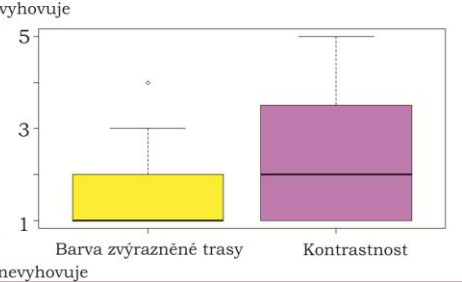
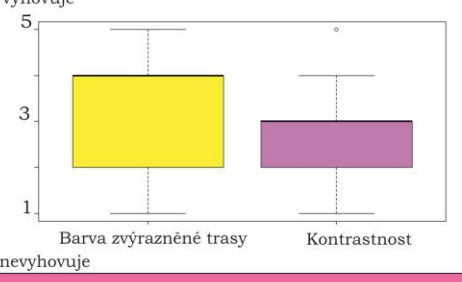
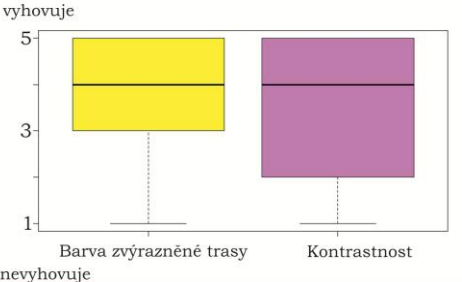
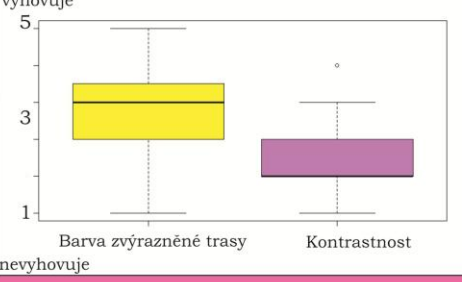
Stimul 7-DR 	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 7-DR 
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	39	4	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	18	25	
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 43 	Jaký je další průběh cesty?			
	   NEVÍM			
	2 40 1			
Správnost odpovědi: 93%				

Stimul 8-DR 	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 8-DR 
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	36	7	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	26	17	
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 43 	Jaký je další průběh cesty?			
	   NEVÍM			
	12 26 5			
Správnost odpovědi: 60,5%				

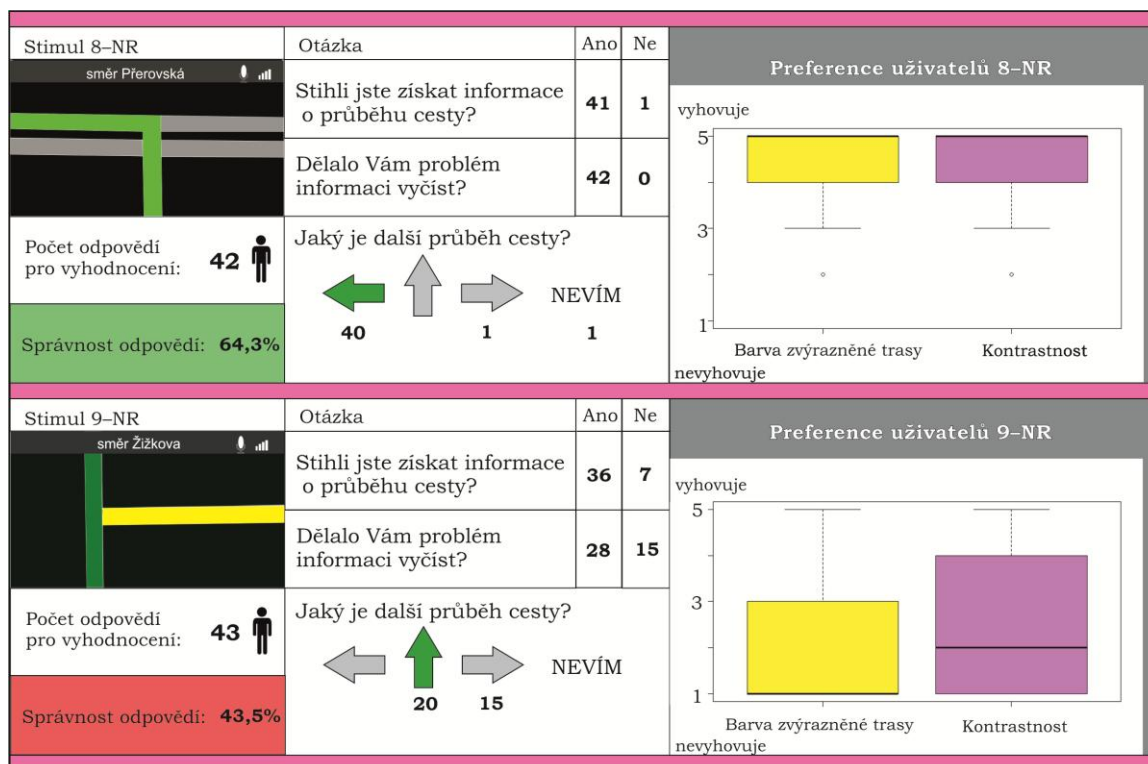
Obr. 30 Kompletní vyhodnocení jednotlivých stimulů – 2. část.

Stimul 9-DR  Počet odpovědí pro vyhodnocení: 43  Správnost odpovědí: 97,7%	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 9-DR  vyhovuje nevhovuje
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	43	0	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	6	37	
Stimul 1-NR  Počet odpovědí pro vyhodnocení: 43  Správnost odpovědí: 97,6%	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 1-NR  vyhovuje nevhovuje
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	42	1	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	4	39	
Stimul 2-NR  Počet odpovědí pro vyhodnocení: 42  Správnost odpovědí: 54,7%	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 2-NR  vyhovuje nevhovuje
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	41	1	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	4	38	
Stimul 3-NR  Počet odpovědí pro vyhodnocení: 42  Správnost odpovědí: 100%	Otázka	Ano	Ne	Preference uživatelů 3-NR  vyhovuje nevhovuje
	Stihli jste získat informace o průběhu cesty?	42	0	
	Dělalo Vám problém informaci vyčíst?	3	39	

Obr. 31 Kompletní vyhodnocení jednotlivých stimulů – 3. část.

Stimul 4–NR 		Otázka Stihli jste získat informace o průběhu cesty?		Ano 36	Ne 6	Preference uživatelů 4–NR 
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 42 		Otázka Dělal Vám problém informaci vyčíst?		Ano 27	Ne 15	
Správnost odpovědí: 64,3%		Jaký je další průběh cesty?  NEVÍM		Ano 4	Ne 3	
Stimul 5–NR 		Otázka Stihli jste získat informace o průběhu cesty?		Ano 42	Ne 0	Preference uživatelů 5–NR 
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 42 		Otázka Dělal Vám problém informaci vyčíst?		Ano 7	Ne 35	
Správnost odpovědí: 16,7%		Jaký je další průběh cesty?  NEVÍM		Ano 26	Ne 7	
Stimul 6–NR 		Otázka Stihli jste získat informace o průběhu cesty?		Ano 42	Ne 1	Preference uživatelů 6–NR 
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 43 		Otázka Dělal Vám problém informaci vyčíst?		Ano 6	Ne 37	
Správnost odpovědí: 95,3%		Jaký je další průběh cesty?  NEVÍM		Ano 41	Ne 2	
Stimul 7–NR 		Otázka Stihli jste získat informace o průběhu cesty?		Ano 43	Ne 0	Preference uživatelů 7–NR 
Počet odpovědí pro vyhodnocení: 43 		Otázka Dělal Vám problém informaci vyčíst?		Ano 2	Ne 41	
Správnost odpovědí: 100%		Jaký je další průběh cesty?  NEVÍM		Ano 43	Ne 0	

Obr. 30 Kompletní vyhodnocení jednotlivých stimulů – 4. část.

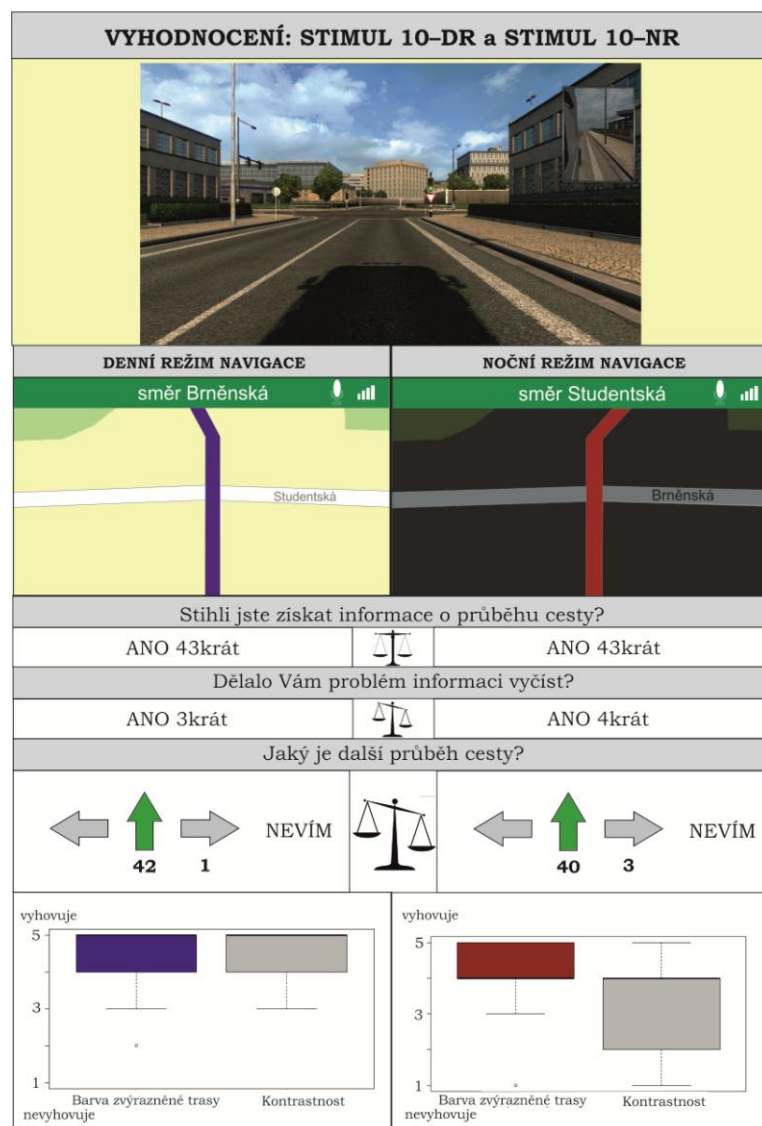


Obr. 31 Kompletní vyhodnocení jednotlivých stimulů – 5. část.

Pro denní režim navigace respondentům vyhovovalo barevné provedení vysokých kontrastů, kde barva zvýrazněné trasy dominantně vystupovala nad podkladovou mapu. Takové stimuly měly vysoké hodnocení z pozice spokojenosti. Naopak stimuly, ve kterých splývala barva zvýrazněné trasy s podkladovou částí, vysoké hodnocení z hlediska barevného provedení neměly. Výjimku tvoří *Stimul 7–DR*, kde i přes nevhodně zvolené barevné provedení neměli respondenti vysokou chybovost při určení dalšího průběhu cesty. U stimulu *Stimul 8–DR* je možno vidět, že stezka pro chodce značená modrou barvou měla rušivé dopady na některé z respondentů, kdy sytější barva byla automaticky brána jako vyznačená trasa. Pro noční režim navigace byly vytvářeny stimuly s vysokým kontrastem zvýrazněné trasy od podkladové mapy i stimuly, kde zvolené barvy splývají. Ve stimulech znázorňující kruhový objezd bylo zvoleno jiné měřítko než u stimulů znázorňující křižovatku. U stimulu s nejvyšší správností odpovědi (*Stimul 1–NR*) je barva trasy zvýrazněná žlutou barvou. Žlutá barva, jakožto velmi výrazná barva na tmavém pozadí, byla zvolena i u Stimulu 9–NR s rozdílným použitím, kdy žlutá barva značila vedlejší silnici a pro zvýraznění trasy bylo využito tmavší zelené barvy. V tomto případě byla procentuální správnost odpovědí vyčíslena pouze na 43,5 %. Ve *Stimulu 4–NR* byla bílá barva vybrána pro znázornění zvýrazněné trasy a světle modrá barva pro zvýraznění vedlejší silnice. Tato barevná kombinace byla po zhodnocení z hlediska kontrastu označená jako velmi nezdařilá i přes to, že procentuální správnost odpovědí je nad 60 %. Nevhodná dopravní situace byla zvolena v případě *Stimulu 5–NR*, kdy po výjezdu z kruhového objezdu trasa směřovala doleva. Přes časové probliknutí navigace si jen málo uživatelů všimlo, že zmiňovaný výjezd z kruhového objezdu je jako druhý výjezd. Z toho důvodu má tento stimul nízkou správnost odpovědí, která však není závislá pouze na barevném provedení.

Pro porovnání vlivu denního a nočního režimu na percepci map byla vytvořena dvojice stimulů navigace, která se respondentovi ukázala při stejné dopravní situaci ve dne, kde měl označit následující průběh cesty. Návrh barevného provedení jednoho

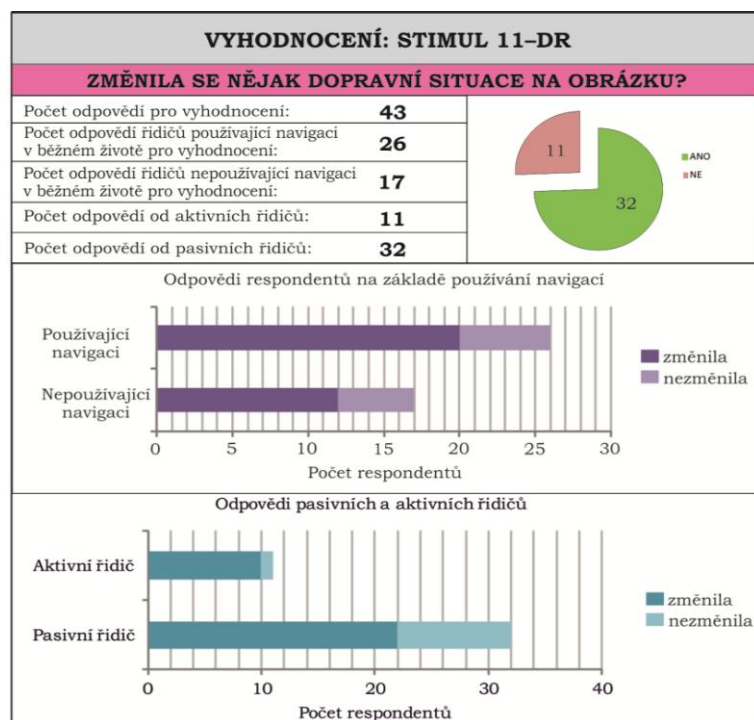
ze stimulů byl vytvořen jako denní režim, barevné provedení druhého stimulu bylo vytvořeno pro noční režim. Oba úkoly byly zařazené mezi ostatní stimuly, u kterých se testovalo především barevné provedení tak, aby si respondent nepamatoval stejnou dopravní situaci a tímto nebyl výsledek pro noční režim ovlivněn. Následně byly odpovědi respondentů porovnány.



Obr. 32 Porovnání denního a nočního režimu při jízdě ve dne.

Na oba stimuly reagovalo 43 respondentů (obr. 34). Žádná odpověď respondenta nebyla vyřazena z důvodu korektnosti. Noční režim navigace za použití jízdy ve dne byl označený vícekrát jako režim, kvůli kterému měl respondent problém informaci vyčíst. V porovnání správnosti odpovědi byli respondenti úspěšnější při denním režimu, kdy pouze jeden z respondentů chybně označil další průběh cesty doprava. Preference uživatelů týkající se barevného provedení obou z režimů byla nejvyšším možným ohodnocením barva zvýrazněné trasy a kontrastnost označena pro denní režim navigace. Jednotnost odpovědi však nebyla zpozorována pro kontrastnost barevného provedení nočního režimu navigace, kdy průměrné hodnocení kontrastnosti vychází na 3,3.

Následně byla na příkladu jednoho stimulu zkoumána i pozornost uživatele, kdy při jízdě ve tmě byl respondent navigován navigací s denním režimem. Tento koncept úkolu byl zařazen mezi ostatní stimuly zkoumající především transfer informací mezi navigací a uživatelem z důvodu, aby respondent nebyl připravený hledat rozdílnou dopravní situaci hned od začátku. Předpokladem bylo, že barevné prostředí navigace při denním režimu oslní respondenta, který si poté nevšimne přepnutí světel na semaforu ze zelené na červenou. Odpovědi respondentů byly projity a následně vyhodnoceny.



Obr. 35 Zjišťování pozornosti respondenta při jízdě v noci s denním režimem.

Celkově 32 respondentů ze 43 respondentů si změny přepnutí světel na semaforu ze zelené na červenou barvu všimlo. V porovnání respondentů na základě používání navigací nebyla vyzorována žádná větší odchylka ve správnosti odpovědí mezi skupinami. Ve srovnání aktivních a pasivních řidičů byla odchylka odpovědí větší. Ze skupiny aktivních řidičů zareagoval pouze jeden respondent, že změnu nezaznamenal. Z pasivních řidičů, kteří tráví průměrně podstatně méně času za volantem, nezaznamenalo změnu barev na semaforu celkem 10 respondentů (obr. 35).

Kompletní data z ET testování byla archivována v Laboratoři Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci. Z důvodu velikosti (více než 70 GB) nemohla být data umístěna na příložené DVD, přiložena jsou proto pouze RAW data z testování.

6 VÝSLEDKY

Hlavním cílem bakalářské práce je hodnocení vlivu denního a nočního režimu na percepci map za využití eye-tracking technologie. Na základě definovaných cílů práce byl stanovený postup vedoucí k jejich realizaci. Mezi dílčí cíle v teoretické části práce patřila podrobná rešerše literatury a vymezení rozdílů mezi denním a nočním režimem. Do dílčích cílů v praktické části práce spadalo především zjištění uživatelských preferencí použitím online dotazníku a vytvoření eye-tracking experimentu s využitím získaných informací. Vyhodnocení eye-tracking experimentu vedlo k ustanovení závěrů týkajících se vlivu denního a nočního režimu na percepci map.

6.1 Úvodní dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření (kapitola 4) bylo realizováno po studiu rešerše v teoretické části práce. Dotazník byl vytvořený v prostředí *Vyplnto.cz* a byl určený pouze pro uživatele navigací. Celkově bylo sesbíráno 217 odpovědí, které byly následně vyhodnoceny. Otázky v dotazníku se týkaly uživatelské preference jak barevného provedení, tak celkového nastavení při používání navigací. Více jak 10 % respondentů odpovědělo, že přepínání denního a nočního režimu nemají nastavené automaticky, ale přepínají si je manuálně. Z toho důvodu byl zrealizován experiment, který zkoumal dopady při používání jednotlivých režimů za různých světelných podmínek. Další poznatky získané online dotazníkem byly dále využité pro tvorbu eye-tracking experimentu.

6.2 Vyhodnocení testování eye-tracking

Pro účel bakalářské práce byl sestrojený eye-tracking experiment, kterého se zúčastnilo celkem 43 respondentů. Účastníci experimentu byli kategorizováni podle průměrného počtu strávených hodin týdně za volantem a podle používání navigací na skupiny, které mezi sebou byly porovnávány. Eye-tracking experiment byl rozdělený na dvě části zkoumající odlišné parametry.

První část experimentu byla zaměřena především na práci s navigací a orientaci v ní, kdy se respondent navigoval podle navigace ve hře *Euro Truck Simulator*. Režimy navigace i světelné podmínky byly upravovány podle potřeb experimentu tak, aby každému respondentovi byly puštěny všechny testovací verze. Aby některá z testovaných verzí nebyla znevýhodněna především efektem učení, byly jednotlivé kombinace puštěny na základě randomizace. Některé záznamy respondentů byly označeny jako nevyhovující vzorky a při vybraných analýzách první části experimentu byly vyřazené. Na základě vyhodnocení průměrného času stráveného v oblasti navigace při jízdách s denním režimem bylo zjištěno, že respondenti strávili podstatně méně času v jízdě simulované v noci oproti jízdě simulované ve dne. I přes výše zmíněný fakt byla u respondentů při jízdě v noci s denním režimem navigace zaznamenána značná dezorientace, která se vyznačovala například přejetím odbočky či odbočením na dříve. Tato dezorientace byla zaznamenána celkem u pěti respondentů. V případě této kombinace byly od respondentů zaznamenány komentáře o příliš výrazné navigaci a oslnování. V porovnání s verzí jízdy ve dne s denním režimem navigace nedošlo ani u jednoho respondenta k šumu mezi navigací a efektivním zpracováním informace o dalším průběhu cesty. Pro noční režim navigace byl zjištěný u většiny respondentů menší průměrný čas v oblasti navigace za jízdy v noci než za jízdy ve dne. Při jízdě ve dne s nočním režimem navigace byl zjištěný sice delší čas respondenta strávený v oblasti navigace, ale ani u jednoho respondenta nebyla zaznamenána dezorientace,

Dezorientace v navigaci byla zaznamenána pouze u dvou respondentů při kombinaci jízdy v noci s nočním režimem navigace. Pro účely bakalářské práce byli mezi sebou porovnáváni aktivní a pasivní řidiči, kdy aktivní strávili průměrně kratší čas v AOI navigace. U respondentů používající navigaci v běžném životě byl zaznamenán v porovnání s respondenty, kteří navigaci nepoužívají, velký rozdíl týkající se času stráveného v navigaci pro zjištění informace o dalším průběhu trasy. U dvou z pěti respondentů používající navigace byla zaznamenána dezorientace při jízdě v noci s denním režimem navigace. V obou případech se jednalo o aktivního řidiče.

Druhá část experimentu byla zaměřena především na barevnou preferenci uživatelů. V této části bylo potvrzeno, že preference barevného provedení nemusí poskytovat prostředí, na základě kterého bude transfer informací z navigace k uživateli efektivní. Pro zkoumání barevné preference bylo pro denní i noční režim vytvořeno celkem 18 návrhů barevného provedení. Tyto jednotlivé stimuly byly dále doplněné o screenshoty dopravní informace tak, aby byla respondentovi nasimulována jízda autem. Tyto stimuly byly respondentovi zobrazeny na 600 ms. Respondent byl nejprve otestován na stimuly vytvořené pro denní režim, po té na stimuly pro noční režim. Respondenti následně zaznamenávali klikem myši další průběh cesty a preferenci barevného provedení. V této části se hodnotila převážně jistota odpovědi respondenta a správnost odpovědi týkající se dalšího průběhu trasy, na základě které byla vypočítána procentuální úspěšnost u každého ze stimulů. Pro odpovědi týkajících se barevného provedení byly vytvořeny boxploty značící spokojenost respondenta s barvou zvýrazněné trasy a s kontrastem. Z hlediska barevného provedení denního režimu bylo zjištěno, že respondenti preferují podkladovou mapu ve velmi tlumených barvách. Oproti tomu velkou procentuální úspěšnost měly ty stimuly, kde barva zvýrazněné trasy byla barevnou dominantou navigačního prostředí. V případech jiných prvků, které měly výraznější barvu než samotná zvýrazněná trasa i přes fakt, že plošně tento prvek nebyl větší, byl zaznamenán spíše matoucí dopad na respondenta. Mezi stimuly testující barevné provedení byly zařazené i návrhy pro denní i noční režim, které byly respondentům spuštěny s použitím stejného screenshotu dopravní situace, kdy byly nasimulovány světelné podmínky pro den. Odpovědi na tyto stimuly pak byly porovnávány mezi sebou, kdy větší procentuální úspěšnost byla zjištěná v kombinaci jízdy ve dne s denním režimem navigace. Mezi úkoly s jiným konceptem byl přidán i takový, který zkoumal pozornost respondenta za jízdy v noci s použitím navigace s denním režimem. Pozornost respondentů byla testována na křižovatce, kde svítila zelená barva. S probliknutím navigačního okna na semaforu byla barva změněna na červenou. Vzhledem k použití nevhodného režimu při jízdě v noci měl tento režim oslňující dopad na respondenty, kde celkem 11 respondentů ze 43 odpovědělo, že se dopravní situace nijak nezměnila. Celkem 10 těchto odpovědí bylo zaznamenáno od pasivních řidičů (tab. 10 a 11).

Tab. 10 **Doporučení pro použití režimů**

DOPORUČENÍ PRO POUŽITÍ REŽIMŮ	
DENNÍ REŽIM NAVIGACE	NOČNÍ REŽIM NAVIGACE
– vhodné pro použití ve dne <i>Tento obecně očekávaný předpoklad se podařilo prokázat prostřednictvím uživatelského testování, které zahrnovalo použití eye-tracking technologie.</i>	– vhodné pro použití v noci <i>Tento obecně očekávaný předpoklad se podařilo prokázat prostřednictvím uživatelského testování, které zahrnovalo použití eye-tracking technologie.</i>
– nevhodné pro použití v noci (oslnění uživatele může snižovat schopnost soustředění řidiče při jízdě) <i>Tento obecně očekávaný předpoklad se podařilo prokázat prostřednictvím uživatelského testování, které zahrnovalo použití eye-tracking technologie.</i>	– možné i použití ve dne <i>V průběhu testování nebylo prokázáno, že by noční režim použitý ve dne zhoršoval percepci uživatele.</i>

Tab. 11 **Doporučení pro tvorbu barevného provedení**

DOPORUČENÍ PRO TVORBU BAREVNÉHO PROVEDENÍ		
	DENNÍ REŽIM NAVIGACE	NOČNÍ REŽIM NAVIGACE
podkladová mapa	tlumené/pastelové barvy <i>Na základě vyhodnocení uživatelských preferencí a uživatelského testování lze konstatovat, že podkladová mapa by měla být kontrastní vůči znázorněné trase, proto je vhodné volit tlumené/pastelové barvy a dbát na dostatečnou barevnou vzdálenost mezi podkladovou mapou a vyznačovanou trasou.</i>	studené barvy <i>Na základě vyhodnocení uživatelských preferencí a uživatelského testování lze konstatovat, že podkladová mapa by měla být kontrastní vůči znázorněné trase, v nočním režimu jsou navíc vhodnější barvy studené, které se jeví jako barevně vzdálenější. Proto je vhodné volit tlumené/studené barvy a dbát na dostatečnou barevnou vzdálenost mezi podkladovou mapou a vyznačovanou trasou.</i>
barva zvýrazněné trasy	intenzivní barva (nejvyšší prvek) <i>Pro volbu vyznačované trasy lze na základě výsledků odborné rešerše, hodnocení uživatelských preferencí a na základě provedeného testování doporučit syté a čisté barvy, ideálně s co největší barevnou vzdáleností (kontrastností) vůči podkladové mapě.</i>	
ostatní prvky	tlumené barvy, podle potřeby <i>Pro znázornění dalších prvků je nejprve nutné stanovit významovou hierarchii tohoto prvku a na základě této informace zvolit kontrastnější či méně kontrastní variantu, vždy s ohledem na to, že nejvíce viditelná by měla být znázorňovaná trasa.</i>	

Provedená případová studie byla popsána co nejpodrobněji, aby bylo možné v případě zájmu v budoucnu testování rozšířit nebo opakovat a získané výsledky dále analyzovat.

7 DISKUZE

Tato bakalářská práce se věnuje hodnocení vlivu denního a nočního režimu na percepci map. Naplnění hlavního cíle práce bylo realizováno především pomocí využití zařízení eye-tracking na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci, které bylo hlavním nástrojem pro uživatelské testování. Výstupy z této práce by měly sloužit k dalšímu využití v kartografické praxi.

7.1 Rešerše

Při studiu rešerše bylo v úmyslu zaměřit se mimo jiné více i na princip fungování automatického přepínání jednotlivých režimů jak zabudovaných navigací, tak v závěsných navigacích či chytrých telefonech. Vzhledem k dosti omezeným dostupným informacím týkající se této problematiky bylo kontaktováno několik osob z firem poskytující navigační aplikace. I přes kontaktování těchto osob nebyly poskytnuty potřebné materiály pro pochopení způsobu přepínání mezi oběma režimy. Nicméně tento fakt neměl vliv na samotnou koncepci testování a následné vyhodnocování.

7.2 Úvodní dotazníkové šetření

Výhodou online dotazníku je jeho rychlé šíření na internetu. Nevýhodou však může být, že kvůli rychlému šíření nelze provést výběr vhodných respondentů. Vzhledem k faktu, že se všechny otázky v online dotazníku týkaly používání navigací, bylo by bezpředmětné, aby dotazník vyplňovali respondenti, kteří navigaci v běžném životě nepoužívají. Z tohoto důvodu museli být potenciální respondenti kontrolováni hned úvodní otázkou, zda navigaci používají. Pokud respondent odpověděl, že ne, bylo mu poděkováno za jeho čas a další otázky dotazníku mu nebylo umožněno vyplnit. Kvůli bližší specifikaci cílové skupiny uživatelů bylo obtížnější sehnat vhodné respondenty, kteří by byli ochotní dotazník vyplnit. V dotazníku měli respondenti možnost volných odpovědí, které byly zapotřebí vyhodnotit manuálně. Z možného důvodu špatně použité terminologie a pokládání otázek byla nejprve rozeslána testovací verze deseti respondentům a jejich připomínky byly dále zapracovány.

Z hlediska metodologie výzkumu byl získán dostatečný počet respondentů, jakékoliv další navýšení ale samozřejmě slouží k další objektivizaci výsledků. Je proto možné na dotazníkové šetření kdykoliv navázat.

7.3 Metoda eye-tracking

Pro naplnění hlavního cíle práce bylo využito eye-tracking zařízení, kde bylo na připraveném experimentu otestováno celkem 43 lidí. Popelka (2015) ve své disertační práci uvádí ideální počet 30 až 40 respondentů. Z důvodu potřeby manuální zručnosti na herní volant a plyn byl počet respondentů přesáhnout tak, aby výsledky mohly být považovány za objektivní. Původním úmyslem v hledání respondentů byla bližší specifikace aktivního řidiče, který používá navigaci. Vzhledem k obtížnému shánění těchto respondentů byly požadované specifikace sníženy a následně mohli být respondenti rozřazeni do skupin, které byly mezi sebou porovnávány. Jelikož byla první část testována na hře *Euro Truck Simulator*, bylo nezbytné zjistit od vývojářů této hry, zda by nemohli poskytnout i denní režim navigace, neboť doposud byl pouze noční režim. V tom případě by mohla být otestována pouze jízda ve dne i v noci s nočním režimem. Díky jejich ochotnému přístupu byl denní režim navrhnout, zaslán a následně

zprovozněn přes příkazový řádek. Při vyhodnocování první části testování bylo zjištěno, že nahraná videa mají horní a spodní lem, přes který nebyla vytvořena zájmová oblast obrazu a navigace. Při testování respondentů byla však hra spuštěna přes celou obrazovku počítače. Tento problém se dal vyřešit přes nástroj *Optimal Fixation Detection* s tím, že by data byla posunuta vertikálně nahoru o velikost lemu. Úskalí tohoto nástroje bylo však takové, že nad opravenými daty nemohly být vytvořené analýzy. I když nebyl zjištěn důvod vzniku těchto lemů, bylo po odborné konzultaci dohodnuto zvětšení oblastí zájmů obrazu i navigace a nové vyexportování dat. Nad těmito daty byly provedeny všechny analýzy týkající se první části.

Analýza *Sequence Chart* byla velmi obtížná jak na samotné vytváření, tak na export dat, neboť nasbíraná data pro zpracování příliš velká. Data nasbíraná od některých respondentů nosící dioptrické brýle musela být pro manuální počítání fixací u vybraných úseku vyřazena, jelikož sklička brýlí odrážela odlesky od monitoru, s čímž měl eye-tracker značný problém. Někteří z respondentů brali testování jako závod o nejlepší čas a přetočili automobil na střechnu. Vzhledem k tomu, že klávesnice pro přetočení zpět bylo současně i vypnutí nahrávání, bylo jim nutné pustit další verzi testování.

Druhá část testování byla zaměřena především na preference uživatelů z hlediska barevného provedení. Barevné návrhy mapových podkladů byly tvořeny v prostředí *Mapbox*, kde však jednotlivé území nešlo vyexportovat. Z tohoto důvodu musely být jednotlivé mapové podklady upraveny v grafickém softwaru tak, aby byly v potřebné kvalitě. Každý stimul představující navigaci byl doplněn o dopravní situaci ze hry *Euro Truck Simulator*. Bylo zapotřebí vybrat charakterově velmi podobné území, tak nezbývalo nic jiného než projíždět autem a hledat vhodnou oblast. Stimul5-NR nebyl vhodně zvolený pro potřeby testování, protože druhý výjezd z kruhového objezdu zahýbá doleva. Stimul s navigací byl respondentovi zobrazen pouze na 600 ms, z tohoto důvodu nebylo možné se více zaměřit na další průběh trasy. Kvůli tomu nebyla procentuální úspěšnost u tohoto stimulu velká, aniž by se to odvíjelo od barevného provedení. V druhé části testování byly zaznamenávány pouze kliky myši respondenta. Tato data byla procházena manuálně a přepisována do tabulkového editoru Microsoft Excel, kde s nimi bylo následně pracováno. Jednotlivé testování trvalo okolo 30–35 minut, podle zručnosti respondenta. V laboratoři byly měněné světelné podmínky tak, aby simulovaly den a noc. Někteřím z respondentů neustálé střídání světla a tmy nebylo příjemné. Původně bylo zamýšleno osvětlení v laboratoři měřit luxmetrem. Vzhledem k časové náročnosti měření nebylo možné toto uskutečnit, neboť by testování trvalo ještě déle.

Kvalitu práce, resp. získaných výstupů, by bylo možné zvýšit počtem respondentů v uživatelském testování, nicméně počet respondentů 43 je spíše nadstandardní ve srovnatelných typech výzkumů.

Výzkum by dále mohl směřovat na studium konkrétních hodnot barevných vzdáleností jednotlivých barev pro podkladovou mapu, znázorňovanou trasu a doplňkové prvky. Vzhledem k tomu, že na testovaných stimulech je vhodné měnit vždy jen jeden sledovaný parametr a opakovat koncept dotazu několikrát, je toto téma natolik široké, že by mohlo být tématem k další bakalářské práci samo o sobě. Stejně tak by mohly být studovány podrobněji další parametry, jako je například rozměr navigačního přístroje, šířka znázorňované trasy, podrobnost podkladové mapy apod.

Obecné závěry, které jsou uvedeny v kapitole *Výsledky*, byly předpokladem již při začátku realizace bakalářské práce, nicméně díky uživatelskému testování se tyto

obecné pokyny podařilo prakticky ověřit. Vzhledem k charakteru testování nebylo možné vyvozovat konkrétní závěry například ve formě barevných kódů pro konkrétní úpravu mapových podkladů apod.

Bakalářská práce svým rozsahem přesáhla doporučený počet stran v zadání, práce v současném rozsahu však byla koncipována po dohodě s vedoucí bakalářské práce. Důvodem je, že vyhodnocení studií je nezbytnou součástí práce, jednalo by se o vázané přílohy a tím pádem by počet stran byl reálně stejný, jen by byla práce rozdělena na samotný text a přílohy, což by znesnadnilo orientaci čtenáře.

ZÁVĚR

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zjištění vlivu denního a nočního režimu na percepci map pomocí výzkumné metody eye-tracking. Mezi dílčí teoretické cíle práce patřila podrobná rešerše literatury věnující se především vymezením rozdílů mezi analogovou a digitální mapou, percepcí mapy, aspektem mapové tvorby, barvám, přístrojům použité pro navigační účely a samotným denním a nočním režimem map. Studium rešerše vedlo k vymezení rozdílů mezi oběma režimy.

Začátkem praktické části bakalářské práce byla tvorba online dotazníku, kde byla ihned stanovena bližší specifikace respondentů ohledně používání navigací. Online dotazník byl vytvořen s větvenou strukturou otázek tak, aby se přizpůsobil odpovědím respondentů. Celkem bylo sesbíráno 217 odpovědí od uživatelů navigací, které byly označené jako vhodný vzorek. Online dotazník byl zaměřený především na užívání navigací, především jejich nastavení a dále na subjektivní názory respondentů týkající se barevných preferencí, 2D a 3D pohledu, šířky trasy aj. Respondenti měli prostor vepsat komentáře týkající se problematiky denního a nočního režimu do volné odpovědi. Na základě těchto odpovědí mohl být vytvořený závěr o použití denního a nočního režimu z pohledu uživatelů. Ve druhé části praktické části práce byl navrhnut eye-tracking experiment, který byl upravován dále v souladu s odbornou konzultací a nasbíranými testovacími daty. Experimentu se zúčastnilo 43 osob se zkušenostmi s řízením automobilu. Vzhledem k různorodosti testované skupiny respondentů mohli být dále kategorizováni do skupin při následném vyhodnocení. Eye-tracking experiment byl rozdělený na dvě části zaměřující se na odlišnou problematiku. První část experimentu zkoumala samotný vliv denního a nočního režimu, kde byla snaha respondentům nasimulovat reálné prostředí jízdy automobilem jak ve dne, tak v noci. Pro tuto část byly vytvořené čtyři obtížnostně srovnatelné trasy tak, aby byly pokryty všechny kombinace režimů se světelnými podmínkami. Pro druhou část experimentu byla připravena série stimulů zjišťující převážně barevnou preferenci jednotlivých režimů a orientaci v nich. Do druhé části experimentu byly zařazeny dva úkoly s odlišným konceptem, kdy jeden z nich porovnával orientaci v denním a nočním režimu při jízdě ve dne a druhý zkoumal pozornost respondentů za použití denního režimu při jízdě v noci.

Při vyhodnocení první části byl porovnáván převážně čas strávený v oblasti navigace a správnost přečtení informace, neboť tyto dva faktory jsou reálném použití navigací nejdůležitější. Bylo zjištěno, že při denním režimu navigace respondenti strávili méně času v navigaci při jízdě v noci. V této kombinaci však byla zaznamenána nejvyšší dezorientace respondentů. Pro noční režim mapy bylo zjištěno, že respondentů trvá méně času orientace v tomto prostředí při jízdě ve tmě než při jízdě ve dne s použitím stejného režimu. Při jízdě ve dne s použitím nočního režimu nebyly zaznamenány fatální dopady týkající se dezorientace. Z výše zmíněných důvodů bylo autorkou práce dáno doporučení na používání obou režimů.

Vyhodnocení druhé části spočívalo v určení správnosti dalšího průběhu trasy a označení barevných preferencí k jednotlivým stimulům. Všechny stimuly byly vyhodnoceny zvlášť a následně mezi sebou porovnávány. Výsledkem druhé části pro oba režimy je doporučení použití barev pro mapové pozadí a barvu zvýrazněné trasy. Při vyhodnocení prvního z úkolů s odlišným konceptem bylo zjištěno, že při stejné dopravní situaci v jízdě ve dne, ale za použití obou režimů, respondentům dělá značnější problém navigování se podle navigace s nočním režimem. Toto zjištění lze podložit procentuální správností odpovědí o dalším průběhu trasy k jednotlivým režimům.

Při vyhodnocování úkolu zkoumající pozornost bylo zjištěno, že při použití denního režimu při jízdě v noci může být respondent oslňován výrazným prostředím navigace a nemusí si všimnout změny dopravní situace.

Dílčí cíl v podobě podrobné rešerše literatury týkající se dané problematiky byl naplněn realizací kapitoly 3. Vymezení rozdílu mezi denním a nočním režimem a vymezení objektivních a subjektivních vlivů působících na uživatele mapy, společně s identifikací odlišností v použitém znakovém klíči pro denní a noční režim, jsou podrobně popsány v podkapitole 3.3. Zjištění uživatelských preferencí v percepci map bylo provedeno použitím online dotazníku, jehož vyhodnocení je uvedeno v kapitole 4. Provedené uživatelské testování a jeho hodnocení jsou podrobně popsány v kapitole 5. Kapitola 6 – Výsledky – shrnuje získané poznatky a uvádí jejich základní interpretaci. Výsledkem bakalářské práce je uživatelské srovnání denního a nočního čtení map použitého u navigací a srovnání znakových klíčů použitých při denním a nočním režimu. Naplněním výše uvedených dílčích cílů práce tak byl naplněn cíl hlavní.

Bakalářská práce *Vliv denního a nočního režimu na percepci map* obsahuje ucelený pohled na problematiku používání obou režimů.

POUŽITÉ ZDROJE

1. ASUS. *Návod k obsluze ASUS GO. Navigační software pro systém ASUS R700*. [online]. 2007 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: <https://navigovat.mobilmania.cz/files/obrazky/Katalog/Autonavigace/Manualy/AsusR700.pdf>
2. BE-ON-ROAD [online]. 2012 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: docplayer.cz/2149234-Be-on-road-3-7-uzivatelska-prirucka.html
3. *Biochemie procesu vidění*. Wikiskripta [online]. 2017 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.cz/>
4. BLÁHA, J. D. *Tvorba map ve věku geoinformačních systémů (4. část): Znakový klíč*. Geografické rozhledy, 4/12–13. 2013.
5. BLÁHA, J. D. *Tvorba map ve věku geoinformačních systémů* [online]. 2013 [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <http://geography.cz/geograficke-rozhledy/wp-content/uploads/2013/04/12-13.pdf>
6. BOYER, C., GAUTHIER, F. H., GERBE, J. *Head-up display*. U.S. Patent No 4,600,271, 1986.
7. BOYER, C., GAUTHIER, F. H., GERBE, J.-P. *Head-up display*. U.S. Patent No 4,600,271, 1986.
8. BOZP Centrum. *Světelné podmínky při práci*. [online]. 2018. [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <http://bozpcentrum.cz/osvetleni/svetelne-podminky-pri-praci>
9. BRODERSEN, L., ANDERSEN, H. HK., Weber, S. *Applying eye-movement tracking for the study of map perception and map design*. National Survey and Cadastre, 2002.
10. BRYCHTOVA, A., COLTEKIN, A. *An empirical user study for measuring the influence of colour distance and font size in map reading using eye tracking*. The cartographic journal, 2016, 53.3: PP. 202–212.
11. BRYCHTOVÁ, A., POPELKA, P., VOŽENÍLEK, V. *The analysis of eye movement as a tool for evaluation of maps and graphical outputs from GIS*. Geography and Geoinformatics: Challenges for practise and education Masarykova univerzita, 2012. 154–163 s. ISBN 978-80-210-5799-9
12. BRYCHTOVÁ, Alžběta. *Barevná vzdálenost v kartografii*. Olomouc. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky. Školitel: prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc. Olomouc, 2015.
13. CoVybrat.cz *Testy navigací 2016/2017: Jak vybrat nejlepší navigaci* [online]. 2017 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: <https://www.testy-spotrebicu.cz/testy-navigaci/>
14. ČÁSTKOVÁ, J. *Digitální (počítačová) kartografie*. Multimediální materiály pro výuku kartografie. [online]. 2010. [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <http://www.kartografie.webzdarma.cz/techclen/digi.html>
15. ČERBA, O. *Digitální mapy* [online]. 2008 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: http://old.gis.zcu.cz/studium/tka/Slides/digitalni_mapy.pdf
16. ČERBA, O. *Kartografické znaky* [online]. 2004 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: http://geomatika.kma.zcu.cz/studium/tka/Slides/kartograficke_znaky.pdf
17. DOLEJŠ, J. *Jak používat telefon v noci a šetřit své tělo?* [cit. 2018-03-12]. 2016. Dostupné z: <https://www.svetandroida.cz/jak-pouzivat-telefon-v-noci-201608/>
18. DOUGHERTY, G. *Digital image processing for medical applications*. Cambridge University Press, 2009.
19. DRÁPELA, Milan V. *Vybrané kapitoly z kartografie*. Státní pedagogické nakladatelství, 1983.
20. dTest. *Real View navigace od Sygicu*. Vol. 10, 2017, s. 7. ISSN 1210-731X.
21. GOLDBERG, J. H., KOTVAL, X. P. *Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs*. International Journal of Industrial Ergonomics, 1999.
22. GONZALEZ, R. C., WOODS, R. E. *Digital image processing*. Reading: Addison-Wesley Publishing Company, c1992. World student series. ISBN 0-201-60078-1
23. *GooglePlay* [cit. 2018-03-12]. Seznam nejpoužívanějších programů v aplikaci GooglePlay.

24. HOHNOVÁ, A. *Tvorba barevných stupnic podle stylu map*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra geoinformatiky. Vedoucí práce: RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M. Olomouc, 2016.
25. HOLMQVIST, K., NYSTRÖM, M., ANDERSSON, R., DEWHURST, R., JARODZKA, H., VAN DE WEIJER, J. *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford University Press, 2011. 537 s.
26. CHLOUPKOVÁ, T. *Fyziologické principy procesu vidění – tvorba a vnímání obrazu*. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta.
27. ILLNEROVÁ, H. *Čas pro přirozené světlo*. Téma. 2017, 34, 17, s. 6–12. ISSN 2336-4815.
28. KAŇOK, J. *Tematická kartografie*. Ostrava: Ostravská univerzita Ostrava, 1999. ISBN 80-7042-781-7
29. KASHIWAZAKI, T. *Navigation apparatus capable of changing color scheme of a displayed picture*. U.S. Patent No 5,459,824, 1995.
30. KILIÁN, K. *Sygic - Head-up Display: Navigace na čelním skle*. [cit. 2018-03-12]. 2015. Dostupné z: <https://www.svetandroida.cz/sygic-head-up-display-201505>
31. LANDA, E., MUNSELL, A. H. *A sense of color at the interface of art and science*. Soil Science [online]. 2004, 169(2), 83-89 [cit. 2017-09-20]. DOI: 10.1097/01.ss.0000117789.98510.30. ISSN 0038-075X.
32. MARCUS, A. *Design, user experience, and usability: theory, methodology, and management*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2011. ISBN 9783319586335.
33. MORVILLE, P. *User experience design*. Ann Arbor: Semantic Studios LLC, 2004.
34. POPELKA, S. *Hodnocení 3D vizualizací v GIS s využitím sledování pohybu očí*. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky. Školitel: prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc. Olomouc, 2015.
35. POPELKA, S. *Optimal eye fixation detection settings for cartographic purposes*. SGEM 2014 Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing Proceedings. Volume I, STEF92 Technology Ltd., Sofia, Bulgaria, 8 s. ISBN 978-619-7105-10-0
36. POPELKA, S., VÁVRA, A., BRYCHTOVÁ, A. *Eye-tracking hodnocení fenologických map*. Aktivita v kartografii: zborník referátov Kartografická spoločnosť SR, 2014. 9 s. ISBN 978-80-89060-23-8
37. QUESENBERY, W. *What does usability mean: Looking beyond ease of use*. In: Annual conference-society for technical communication. 2001. pp. 432-436
38. REICHEL, J. *Kapitoly metodologie sociálních výzkumů*. Praha: Grada, 2009. ISBN 9788024730066
39. RUDA, A. *Interpretace a vizualizace prostorových dat*. [online]. 2014 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=60024
40. SVOBODOVÁ, J. *Srovnání orientace v prostoru pomocí různých variant kartografické vizualizace*. Bakalářská práce. [online]. 2009 [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/223147/prif_b/bakalarka_text.pdf
41. Sygic. *Sygic GPS Navigation for Android: Head up display*. [online]. 2018. [cit. 2018-03-16] Dostupné z: <https://help.sygic.com/en/sygic-gps-navigation-for-android/add-on-features/head-up-display>
42. ŠAŠINKA, Č. *Psychologie v kartografii*. Konferenční příspěvek. 26. 10. 2017, Podzimní Olomouc 2017.
43. ŠULCOVÁ, P. *Vyjadřování a hodnocení barev*. Studentská vědecká konference 2012. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická. [online]. 2012. [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <http://konference.osu.cz/svk/sbornik2012/>
44. ŠVANCARA, J. *Exekutivní procesy v cílesměrné vizuální orientaci* [online]. 2008 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: https://digilib.phil.muni.cz/bitstream/handle/11222.digilib/114293/P_Psychologica_11-2007-1_3.pdf?sequence=1

45. TOMÁŠ, D. *Osvětlování komunikací v podmínkách mezopického vidění*. Kvalifikační práce. ČVUT Praha, 2015.
46. TOULAVÁ, H. *Kognitivní psychologie*. Překlad publikace: Eysenck, W. M., Keane, M. T. (Eds.) *Cognitive Psychology: A Student's Handbook: Volume 1*. [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: http://files.pppspsycho.webnode.cz/200000066-26f2927ec8/kognitivn%C3%AD_psychologie-eysenck.pdf
47. VONDRÁKOVÁ, A. *Netechnologické aspekty mapové tvorby v atlasové kartografii*. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta, Katedra geoinformatiky. Školitel: prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc. Olomouc, 2013.
48. VONDRÁKOVÁ, A. *Uživatelské aspekty jako výzva současné kartografie*. In: Inspektor, T., Horák, J., Růžicka, J. *Symposium GIS Ostrava 2016 – Geoinformatika pro společnost*. VŠB – Technická univerzita v Ostravě, 2016. ISBN 978-80-248-3902-8
49. VONDRÁKOVÁ, A., POPELKA, S. *The use of eye-tracking for the evaluation of various cartographic tasks*. SGEM 2014 Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing Proceedings Volume III STEF92 Technology Ltd., Sofia, Bulgaria, 8 s. ISBN 978-619-7105-12-4
50. VOŽENÍLEK, V. *Aplikovaná kartografie I.: tematické mapy*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2004. ISBN 80-244-0270-X
51. VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. a kol. *Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky, 2011. ISBN 978-80-244-2790-4
52. WADE, N. J., TATLER, B. W. *The moving tablet of the eye: The origins of modern eye movement research*. Oxford University Press, 2005. 312 s.
53. WAGENKNECHT, M. *Technologie v autech: head-up displej* [online]. 2016. [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/technologie-v-autech-head-up-displej-176>
54. WROBLEWSKI, L. *Mobile First. [e-bok] A book apart*. New York. Press. [online]. 2016. [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <https://abookapart.com/products/mobile-first>
55. ZEISS. *Modré světlo: klady a zápory* [online]. 2018 [cit. 2018-03-12]. Dostupné z: https://www.zeiss.cz/vision-care/cs_cz/better-vision/porozumneni-videni/oko-a-ideni/modre-sv_tlo-klady-a-zapory.html
56. ZIKMUND, P. *Vlastnosti a využití displejů*. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006.