

**Univerzita Palackého v Olomouci**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra geoinformatiky**

**HODNOCENÍ ROZDÍLNOSTI STRATEGIÍ  
ČTENÍ STIMULŮ NA ZÁKLADĚ ANALÝZY  
EYE – TRACKING DAT**

**Bakalářská práce**

**Veronika PAVELKOVÁ**

**Vedoucí práce Mgr. Stanislav POPELKA, Ph.D.**

**Olomouc 2018**  
**Geoinformatika a geografie**

## **ANOTACE**

Cílem této práce je příprava, průběh a analýza eye-tracking experimentu zaměřená na rozdílnou strategii čtení stimulů různými skupinami respondentů. Porovnávané skupiny jsou kartografové nebo pracovníci Katedry geoinformatiky, studenti jiných oborů a dále skupina pracujících lidí.

V teoretické části je zpracována rešerše literatury a přehledná tabulka studií, která je zaměřena na eye-tracking studie hodnocení rozdílů mezi skupinami respondentů (expertem/laikem, mužem/ženou). Dále je tato rešerše zaměřena na nástroj ScanGraph, kde je popsána charakteristika a funkcionalita tohoto nástroje. V praktické části jsou srovnány výpočetní náročnosti algoritmů z nástroje ScanGraph a popsány jednotlivé rozdíly mezi algoritmy (Levenshtein, Needleman-Wunsch a Damerau-Levenshtein) nad vlastními daty. Na základě zjištěných skutečností je vytvořeno doporučení pro volbu daného algoritmu. Součástí praktické části je také příprava a realizace eye-tracking experimentu, kde se řešil přijatelný počet respondentů, skupiny respondentů a vhodný počet stimulů (mapy, reklamy a grafy).

Výsledkem je tabulka srovnání výpočetní rychlosti a přesnosti jednotlivých algoritmů. Dále tabulka s optimálním nastavením parametru  $p$  a schéma pro daný typ stimulu. Dalším výsledkem je schematický manuál pro použití nástroje ScanGraph. Posledním výstupem jsou výsledky eye-tracking experimentu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Eye-tracking; ScanGraph; Kognice; Stimulus reading; Strategie;

Počet stran práce: 63

Počet příloh: 4 (z toho 3 volné)

## **ANOTATION**

The aim of this thesis is the preparation, development and analysis of the eye-tracking experiment focused on different strategies of reading the stimuli by different groups of respondents. Comparing groups are cartographers or staff of the Department of Geoinformatics, students of other disciplines and a group of working people.

In the theoretical part is a literature search and an overview of studies that focus on the eye-tracking study of the evaluation of differences between the groups of respondents (expert / layman, male / female). Further, this research is focused on the ScanGraph tool, which describes the characteristics and functionality of this tool. The practical part compares the computational demands of algorithms from ScanGraph and describes individual differences between algorithms (Levenshtein, Needleman-Wunsch and Damerau-Levenshtein) over their own data. On the basis of the findings, recommendations are made for the choice of the algorithm. Part of the practical part is also the preparation and realization of the eye-tracking experiment, where an acceptable number of respondents, a group of respondents and a suitable number of stimuli (maps, advertisements and charts) were dealt with.

The result is a table comparing the calculation speed and the accuracy of each algorithm. Furthermore, the table with the optimal setting of the parameter  $p$  and the scheme for the given stimulus type. Another result is a schematic manual for using ScanGraph tool. The final output are results of the eye-tracking experiment.

## **KEYWORDS**

Eye-tracking; ScanGraph; Cognition; Stimulus reading; Strategy;

Number of pages 63

Number of appendixes 4

**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 užití 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 dne

Veronika Pavelková

**Poděkování**

Na prvním místě bych chtěla poděkovat vedoucímu práce Mgr. Stanislavu Popelkovi, Ph.D. za podněty a připomínky při zpracování mé bakalářské práce. Dále děkuji všem zúčastněným respondentům za jejich ochotu a čas se podílet na eye-tracking experimentu. V neposlední řadě děkuji své rodině a příbuzným za podporu a případnou motivaci při psaní této práce.





# OBSAH

<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>8</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>1 CÍLE PRÁCE.....</b>	<b>10</b>
<b>2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....</b>	<b>11</b>
<b>3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....</b>	<b>14</b>
3.1 Eye-tracking .....	14
3.2 EYE-TRACKING A TYPOLOGIE UŽIVATELŮ .....	15
3.2.1 Porovnání pohybu očí – expert a laik.....	16
3.2.2 Porovnání pohybu očí – muž a žena.....	18
3.3 Přehled studií .....	20
3.4 SCANGRAPH .....	24
<b>4 DOPORUČENÍ PRO VOLBU ALGORITMŮ VE SCANGRAPH .....</b>	<b>25</b>
4.1 Algoritmy ve ScanGraph.....	25
4.2 Výpočty algoritmů.....	26
4.3 Rozdíly mezi algoritmy .....	27
4.4 Doporučení pro volbu algoritmů .....	35
4.5 Schéma pro daný typ stimulu .....	36
<b>5 EYE-TRACKING EXPERIMENT .....</b>	<b>37</b>
5.1 Design experimentu .....	37
5.2 Příprava dat.....	37
5.3 Výsledky ET experimentu.....	38
5.3.1 Strategie kartografů, studentů jiných oborů a pracujících lidí .....	38
5.3.2 Statistické shrnutí všech stimulů .....	57
<b>6 DISKUZE.....</b>	<b>61</b>
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE</b>	
<b>PŘÍLOHY</b>	

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>Zkratka</b>	<b>Význam</b>
AOI	Areas of Interest
CAR	Skupina odborníků kartografie
D-L	Damerau-Levenshtein
E-T	Eye-tracking
JIN	Skupina pracujících lidí
KGI	Katedra geoinformatiky
LEV	Levenshtein
LTM	Long-Term Memory
MS	Microsoft
MSc.	Master of Science degree
NCAR	Skupina studentů jiných oborů
N-W	Needleman-Wunsch
OGAMA	Open Gaze And Mouse Analyzer
PhP	Personal home Page
px	pixel
SMI	SensoMotoric Instruments
UP	Univerzita Palackého
USA	United States of America
USAFA	United States Air Force Academy
VFR	Visual Flight Rules



## ÚVOD

Hlavním předmětem této bakalářské práce je „Hodnocení rozdílnosti strategií čtení stimulů na základě analýzy eye-tracking dat“. Jak už název sám o sobě napovídá, bakalářská práce je věnována rozdílnosti strategií čtení stimulů různými skupinami respondentů. Tato studie se zabývá rozdílnostmi strategií čtení stimulu mapy, grafu a reklamy, mezi odborníky kartografie, studenty jiných oborů a pracujícími lidmi.

Pro získání dat k této studii je použita výzkumná metoda eye-tracking. Katedra geoinformatiky Univerzity Palackého (UP) v Olomouci byla jedna z prvních pracovišť v České republice, která začala používat právě tuto metodu v oblasti kartografie. Od roku 2011 se používá metoda eye-tracking nejen pro hodnocení map, ale například i k verifikaci barevných stupnic podle stylu map (Hohnová 2016), hodnocení infografik (Koníček 2018) a hodnocení preferencí tištěných turistických map (Blažková 2018). Jedná se o metodu sledování pohybu očí, která umožňuje objektivně posoudit atraktivnost promítaného stimulu. Výhodou této technologie je bezesporu to, že umožňuje sledovat pohyb očí nad daným stimulem a na základě vyhodnocení dat lze zjistit, která část výzkumu respondenta nejvíce zaujala a která méně. Díky této metodě lze zapracovat například na vylepšení symbologie prvků v turistických mapách. Pohyby očí respondentů jsou zaznamenávány a sledovány po celou dobu trvání experimentu a výsledná data jsou vhodná pro vědecký výzkum.

Metoda eye-tracking byla použita v bakalářské práci pro sběr dat očních pohybů respondentů a pro export těchto dat pro vlastní analýzu. Součástí této práce je rešerše a přehledná tabulka studií zaměřená na hodnocení rozdílnosti ve strategii čtení stimulu mezi expertem/laikem, mužem a ženou. Pro vyhodnocení rozdílnosti strategií mezi zvolenými skupinami (kartografů, studentů jiných oborů a pracujících lidí) je použit poměrně nový nástroj ScanGraph (vyvinutý na Katedře geoinformatiky UP) a software OGAMA.

# 1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je příprava, průběh a analýza eye-tracking experimentu zaměřeného na rozdílnou strategii čtení stimulů mezi různými skupinami respondentů. Pro naplnění tohoto cíle byly vymezeny jednotlivé cíle, které lze rozdělit na teoretické dílčí cíle a praktické dílčí cíle.

V teoretické části bylo zapotřebí:

- Formulace pojmu eye-tracking
- Vymezení typologie uživatelů a rešerše literatury na eye-tracking (E-T) studie zaměřené na hodnocení rozdílů mezi skupinami respondentů (expert/laik)
- Vymezení typologie uživatelů a rešerše literatury na E-T studie zaměřené na hodnocení rozdílů mezi skupinami respondentů (muž/žena)
- Vytvoření přehledné tabulky studií zaměřené na čtení stimulů různými skupinami respondentů
- Definice nástroje ScanGraph a jeho funkcionalita

V praktické části bylo zapotřebí:

- Srovnání výpočetní náročnosti algoritmů použitých v nástroji ScanGraph
- Popis rozdílů mezi algoritmy nad vlastními daty a tvorba doporučení pro jejich použití
- Příprava eye-tracking experimentu (určení skupin respondentů a přijatelný počet respondentů, vhodný počet vybraných stimulů z oblasti map, reklam a grafů)
- Realizace eye-tracking experimentu
- Analýza a vyhodnocení výsledků pomocí nástroje ScanGraph a OGAMA
- Vyhodnocení a vyvození postupů a závěrů z této studie

Výsledkem bakalářské práce bude manuál (v příloze 1) a doporučení pro použití nástroje ScanGraph (doporučení jednotlivých algoritmů pro daný typ úlohy). Díky vytvořenému manuálu a výsledkům z vytvořeného experimentu přinese tato práce jasnější pohled pro hodnocení rozdílnosti strategií čtení stimulů mezi skupinami respondentů.

## 2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Pro naplnění a dosažení hlavního cíle bakalářské práce byla nejprve nastudována odborná literatura zaměřená na rozdílnost ve čtení stimulů různými skupinami respondentů. Konkrétně v rozdílnosti čtení mezi experty a laiky, dále pak mezi muži a ženami. Poté seznámení s nástrojem ScanGraph (vyvinutý na Katedře geoinformatiky UP v Olomouci) a jeho funkcionalitou ohledně výpočtů tohoto nástroje (výpočetní algoritmy) a následovalo vytvoření tabulky s výpočetními rychlostmi algoritmů ve ScanGraph. Dalším krokem byla příprava a realizace eye-tracking experimentu. Následně tvorba doporučení pro volbu algoritmů pro konkrétní typ úlohy. Na základě zjištění těchto okolností bylo vytvořeno schéma pro tři oblasti stimulů (mapy, grafy, reklamy). Poté bylo provedeno srovnání a interpretace výsledků. Po splnění a dokončení všech dílčích cílů práce vnese tato studie jasnější pohled do hodnocení rozdílů a strategií zvolenými skupinami respondentů.

### Použité metody

Pro získání dat k této práci byla použita výzkumná metoda eye-tracking. Na Univerzitě Palackého v Olomouci, na Katedře geoinformatiky (KGI), je tato vědecká metoda používána od roku 2011. Výhodou této technologie je bezesporu to, že není ovlivnitelná názorem respondenta. Pohyby očí respondentů jsou zaznamenávány a sledovány po celou dobu trvání experimentu a výsledná data jsou vhodná pro vědecký výzkum. Tato metoda byla použita v bakalářské práci pro sběr dat očních pohybů respondentů a pro export těchto dat z prostředí SMI (SensoMotoric Instruments) do programu OGAMA 5.0 (Vosskühler a kol. 2008), ve kterém probíhaly další analýzy.

### Použitá data

Pro testování rychlostí algoritmů ve ScanGraph byla vytvořena data pomocí password generátoru volně dostupného na internetu. Stimuly pro ET experiment (mapy, grafy, reklamy) byly vybrány z Google Images volně dostupných na internetových stránkách. Data pro hodnocení rozdílnosti strategií byla získána měřením očních pohybů 68 respondentů na Katedře geoinformatiky (KGI) UP v Olomouci v E-T laboratoři.

### Použité programy

Tabulka s výpočetními rychlostmi jednotlivých algoritmů byla vytvořena v tabulkovém softwaru **Microsoft Excel Office 365**. Záznam dat z E-T experimentu zpracovával software **SMI ExperimentCenter™ 3.7**. Pro export dat z prostředí SMI (SensoMotoric Instruments) byl použit webový nástroj **smi2ogama** (vyvinut na KGI UP v Olomouci). Dále pak software **OGAMA 5.0**, který byl vytvořen k eye-tracking analýzám na univerzitě v Berlíně (Freie Universität Berlin). Nástroj **ScanGraph** byl použit pro porovnávání podobnosti sekvencí očních pohybů (vyvinut na KGI UP v Olomouci). Výsledné statistické výstupy byly zpracovány v tabulkovém softwaru **MS Excel 365** a **RStudio verze 0.99.896**.

Všechna získaná data z této studie jsou dostupná na přiloženém DVD (příloha 4).

## **Postup zpracování**

Nejprve bylo potřeba si nastudovat řešenou problematiku zaměřenou na hodnocení strategií čtení různých typů stimulů různými skupinami respondentů (mužem a ženou, expertem a laikem) a vytvořit přehlednou tabulku studií. Studie byly zaměřené z oblasti lékařství, letectví a kartografie. Dále popsat rozdíl mezi třemi typy algoritmů ve ScanGraph a vytvořit tabulku s rychlostmi těchto algoritmů. Rychlosti algoritmů Levenshtein, Needleman-Wunsch a Damerau-Levenshtein byly vypočítány nad vlastními daty. Tato vlastní data neboli cvičná data, byla manuálně vytvořena pomocí password generátoru, dostupného z: <http://www.converter.cz/passgen/pswdgen.php>.

Celkem bylo vytvořeno 25 scénářů do jednotlivých textových dokumentů. Počty znaků v řetězci 20, 40, 80, 160 a 320 se kombinovaly navzájem s počty respondentů. Tím bylo docíleno 25 scénářů a 75 výpočtů rychlostí tří algoritmů.

Na základě těchto skutečností byl navrhnout eye-tracking experiment s vhodnými stimuly, počty a skupinami respondentů. Celkem bylo vybráno celkem 57 stimulů; z toho 20 reklam, 15 grafů a 22 map.

Naměřená data byla použita k analýze v programu ScanGraph, který byl vyvinut na katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci. Z naměřených dat bylo vytvořeno doporučení pro volbu algoritmů ve ScanGraph a schéma pro daný typ stimulu. Analýzy zaměřené na rozdílnou strategii čtení stimulů byly vyhodnoceny ve volně dostupném programu OGAMA 5.0 (OpenGazeAndMouseAnalyzer), který byl vyvinut k eye-tracking analýzám na univerzitě v Berlíně. Výsledky této studie byly hodnoceny a shrnuty v kapitole 6. Posledním krokem bylo sepsání textu bakalářské práce, tvorba manuálu pro nástroj ScanGraph, tvorba posteru a webových stránek.



Obr. 1 Schéma postupu bakalářské práce

### 3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Každý člověk je svým způsobem jedinečný, ale díky jistým vrozeným rysům, kterými byl geneticky obdařen, výchově, kterou mu rodiče poskytli, a osobním zkušenostem se může od ostatních lišit. Obecně lze konstatovat, že budou rozdíly v chování a reakcích jedinců z různých předem definovaných skupin. Může nastat situace, kdy **jedinec-neprofesionál**, díky svým zkušenostem nebo osobnímu zájmu, rozumí dané problematice v testování. Je to velmi malé procento lidí, ale tato situace může nastat a je přípustná. Jedná se však o výjimku.

V dnešní době je velmi hojně využívaná metoda eye-tracking. Tato metoda umožňuje zaznamenávat pohyb očí pomocí přístroje, který se nachází pod monitorem PC a vysílá infračervené paprsky. Pro vyslání paprsku přístrojem a jeho odrazu od jednotlivých částí oka dokáže zařízení spočítat souřadnice oka, kam se na monitor právě podívalo. Odrazy od těchto různých částí oka se navzájem liší díky různému zakřivení povrchů rohovky a čočky. Metoda sledování pohybu očí je objektivní metodou. Eye-tracking má nespornou výhodu oproti anketám a dotazníkům v tom, že lze přesně určit, kam se daný respondent díval, v jakém pořadí si obrázek prohlížel, a jak dlouho toho člověka daný stimul zajímal. Sledování pohybu očí je využíváno v mnoha různých odvětvích. Především je to nejvíce v oblasti medicíny, například pomáhá odhalovat posttraumatickou stresovou poruchu nebo schizofrenii. Existují i výzkumy z oblastí psychologie, sociologie, chirurgie, vojenského letectví, automobilismu, marketingu, reklam a využitelnosti webových rozhraní.

#### 3.1 Eye-tracking

Eye-tracking analýza pro hodnocení strategií čtení stimulů je hojně využívána již od počátku vzniku této vědecké disciplíny. Tato technologie je založená na principu sledování pohybu očí při vnímání určitého vizuálního podnětu. Jedná se o objektivní metodu, která není ovlivněna názorem respondenta.

Zaznamenané pohyby očí respondenta se dělí na fixace a sakády. Fixace jsou místa, která nejvíce upoutají uživatelskou pozornost a jedná se o stav oka, kdy se téměř nepohybuje a vykonává pouze mikropohyby, tzv. mikrosakády. Sakády jsou rychlé pohyby mezi fixacemi (Salvucci, 2000).

Kahneman (1973) klasifikoval pohyby očí do tří obecných typů fixací. Ty tři kategorie jsou „spontánní“ fixace, ke kterým dochází při pohledu na scénu bez konkrétního úkolu; „relevantní úloha“ fixace, kdy pozorovatel má určitou otázku nebo úkol v mysli; a fixace „orientačního myšlení“, k nimž dochází, když se subjekt nesoustředí na scénu a dává tak prostor vlastním myšlenkám.

Při analýze dat se informace dělí na kvalitativní a kvantitativní.

Z kvalitativní lze vyčíst způsob strategie čtení stimulů, oblasti zájmu, tzv. AOI (Areas of Interest) nebo postup při hledání daného úkolu. Kvantitativní informace nám udává například čas nebo rychlost při řešení nad konkrétní úlohou.

Zařízení schopné tyto pohyby očí sledovat a měřit se nazývá eye-tracker. Již na počátku 20. století byla zhotovena zařízení tohoto typu (Harezlak a kol., 2014).

## 3.2 EYE-TRACKING A TYPOLOGIE UŽIVATELŮ

Eye-tracking jako moderní metoda sledování pohybu očí je čím dál více využívána. Její počátky se datují na začátek 20. století. Dříve se využívalo například měření pomocí kontaktních čoček, s průřezem pro zorničku, napojených lankem na zaznamenávající jehlu.

Díky těmto složitým a nepohodlným metodám při měření, po nějakém čase přešla v zapomnění. Avšak svého obrození se dočkala v sedmdesátých letech 20. století díky lepším a dostupnějším technologiím, zejména je to zásluhou rozvoje moderních počítačových technologií. Dnes je nejvíce využívána metoda videookulografie, která snímá pohyb oka pomocí infračerveného paprsku, který je vysílán z přístroje.

Tato metoda se používá v různých vědních disciplínách, od výzkumu pozornosti při čtení (psychologie), přes diagnostiku poruch např. v medicíně, v letectví při navigaci pilotů, v automobilismu, až po design reklam či rozhraní webových stránek. Na základě průřezu všemi disciplínami existuje mnoho rozlišení typů uživatelů k dané konkrétní úloze či testu.

Přestože má každý člověk své individuální reakce, lze nalézt jisté společné rysy chování, které jsou stejné nebo podobné u více osob, což je možné označit jako typologie osobnosti (Mikšík, 2007).

Lidé si od nepaměti všímali, jak lidé reagují na podněty různým způsobem, ale charakteristicky, a tak vznikaly snahy každého jedince jej zařadit do určitého typu.

V psychologii se tyto typologie osobnosti dělí podle mnoha přístupů. Za nejstarší typologii můžeme považovat Hippokratovu typologii temperamentu. Hippokrates vycházel z představy o čtyřech tělesných typech, podle tělesných tekutin, které rozdělil na: sangvinika, cholera, melancholika a flegmatika. Ve studiu typologie podle Hippokrata pak dále navázali badatelé, jako jsou například Carl Gustav Jung, Ernst Kretschmer, Ivan Petrovič Pavlov a jiní. Švýcarský lékař a psychoterapeut Carl Gustav Jung vymezil dělení temperamentu v závislosti na přístupu k okolnímu světu. Přístup jedince ke světu může být introvertní nebo extrovertní.

Introvertní člověk se zabývá zkoumáním a analyzováním svého vnitřního světa a je tedy introspektivní, stažený a velmi zaměstnaný vlastními úvahami a reflexemi vnějšku a má tendenci být nedůvěřivý (Jung, 1971). V pracovních situacích mají introvertní typy sklony k preferenci klidu k vlastnímu soustředění, pozornému věnování se podrobnostem, rádi přemýšlí před vlastním jednáním a tvrdošjně sami pracují (Myersová, 1962). Protikladem je člověk extrovertní. Tento člověk má zájem o vnější svět, pohotově reaguje na podněty zvenčí, disponuje vůlí a připraveností přijímat informace, je družný a vytrvalý, má zaujetí pro vše, co se děje kolem něj, buduje si přátelské vztahy a často se před ostatními předvádí.

Člověk se nemusí v žádných z těchto typů osobnosti najít, což je úplně normální, protože se od druhých liší svými vlastnostmi a schopnostmi. V některých jsou si lidé alespoň podobní.

Osobnost člověka jako celku je podmíněna mnoha faktory, zejména vnitřními (biologickými) a vnějšími (sociálním a přírodním prostředím, kulturou, učením). Osobnost je pojmenování pro ten individuální celek dispozic k psychickým reakcím,

který způsobuje, že je v téže situaci reagují různí lidé různě právě proto, že ji subjektivně (vnitřně) různě zpracovávají a že tyto reakce vykazují určitou jednotu citění, myšlení, vnímání, představ a snah (Nakonečný, 2009).

Studie pohybu očí se zakládá na porovnání různých skupin mezi sebou. Vždy se ve studiích pohybu očí porovnávají minimálně dvě skupiny respondentů. Může jimi být muž či žena, zkušený chirurg, který vykonal určitý počet operací, či začínající chirurg považovaný za nováčka, který nemá tolik zkušeností v oboru.

V bakalářské práci byly vymezeny následující skupiny muž/žena a expert/laik. Experta z oblasti kartografie považujeme toho respondenta, který prošel studiem kartografie, jak na katedře geografie (absolvoval alespoň jeden semestr předmět kartografie), tak na katedře KGI, kde se studiem kartografie zabývají více. Laikem je označován ten respondent, který nepodstoupil žádnou výuku v oblasti kartografie (student jiného oboru) a do této kategorie spadá i skupina pracujících lidí bez kartografického vzdělání.

### **3.2.1 Porovnání pohybu očí – expert a laik**

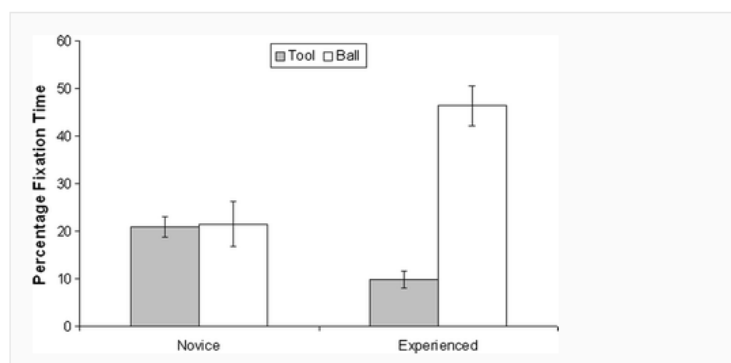
Při porovnání experta a laika v řešení problematiky daného úkolu jasně vítězí experti.

Lze očekávat, že experti jsou schopni řešit úkol více efektivněji než nováčci, kteří se s danou tematikou nesetkali nebo jsou s ní seznámeni jen okrajově.

Mark Wilson a kol. (2010) ve svém článku testovali chirurgy pro budoucí výkon laparoskopické operace. Do testu vstupovalo celkem 14 lékařů, z nichž bylo 8 expertů a 6 nováčků. Mezi experty bylo 7 mužů a 1 žena, mezi nováčky 3 muži a 3 ženy. Za zkušené chirurgy byli považováni ti respondenti, kteří odvedli více jak 70 laparoskopických operací před testováním. Naopak nováčci pouze do 10 operací. Úkolem respondentů bylo dotýkat se barevných kuliček v prostoru a držet v ruce dva různé nástroje; jeden nástroj označen koncem červené barvy a druhý modré barvy. Barevně blikající kuličky musí být označeny špičkou stejně barevného přístroje dané barvy v daném čase. Každá z barevných kuliček v prostoru se v daný okamžik rozsvítí danou barvou červeně či modře. Celkem jich bylo 5 červených a 5 modrých v náhodném pořadí. Pokud respondent v tomto čase úkol nestihne, čas vyprší a následuje další úkol. Cílem této studie bylo zjistit rozdíly psychomotoriky mezi skupinami při práci „chirurg-nástroj“ a „chirurg-monitor“.

Zjistili, že chirurgové stráví více času na fixaci cílových lokalit než na fixaci nástroje. Nováčci sledovali stejnou dobu, jak cílovou lokaci, tak i použitý nástroj.





Obr. 2 Porovnání času fixací mezi zkušeným a nezkušeným chirurgem v procentech (Wilson a kol. 2010)

Rozdíly mezi experty a laiky se také zabývali na United States Air Force Academy (USAFA) v Coloradu ve Spojených státech amerických. Na letecké akademii se zkoumala navigace v letadle za dobré viditelnosti. Let za viditelnosti (VFR-Visual Flight Rules) umožňuje provést let za vyhovujících meteorologických podmínkách. Pilot při těchto podmínkách používá zrak k řízení a navigaci letadla, protože dobré meteorologické podmínky umožňují dobrý výhled z kabiny letadla.

Studie zkoumala celkem 20 kadetů z této akademie, z nichž na začátku byli kadeti rozdělení do dvou skupin (v každé skupině 10 dobrovolníků) podle zkušenosti v odlétaných hodin za dobré viditelnosti. V kategorii zkušených pilotů bylo požadavkem, aby měl účastník licenci soukromého pilota a nejméně 50 evidovaných a odlétaných hodin ve vzduchu. Nováček se vyznačoval nejméně 5 evidovanými a odlétanými hodinami anebo jim také mohl být po absolvování letu s kluzákem, avšak v počtu nalétaných hodin v letu s kluzákem neměl přesáhnout 15. Experiment začal desetiminutovým zaškolením letu jak v terénu s přírodním charakterem, tak i s urbánním. Tímto si prošli úplně všichni respondenti a mohli se pustit do samotného experimentu. Respondent absolvoval více letů za sebou. Úkolem každého letu bylo řízení a navigace letadla podle pěti kontrolních bodů v terénu, v návaznosti na charakter terénu. Dalším úkolem bylo u každého letu udržovat letadlo v určité nadmořské výšce nebo udržovat okno letadla ve výšce 1 000 stop. Všichni piloti začínali ve stejné výchozí pozici letadla, nadmořské výšce a směru letu. Byli naváděni tak, aby s letadlem havarovali na posledním kontrolním bodě.

Výsledek tohoto experimentu nebyl nijak závratný. Nebyl žádný časový rozdíl mezi experty a nováčky při průletu přírodní nebo urbánní krajinou. Nezkušení piloti se méně soustředili na udržení výšky podle okna letadla. Naopak experti trávili více času pohledem z okna letadla, často také byla větší interakce s přírodní krajinou než s urbánní. Nováčci trávili více času hledáním správného navigačního prvku a méně se soustředili na udržení správné výšky. Zatímco zkušení piloti danou informaci hledali mnohem rychleji, a proto se také více soustředili na dodržení požadované výšky letadla.

Tímto se ukázalo, že obecně piloti mají mnohem složitější navádět letadlo přírodní krajinou, protože orientační body v této krajině jsou méně rozlišitelné. Proto se piloti musí často spoléhat na mapu a dávat pozor, zda míří správným kurzem. (Ottati a kol. 1999).

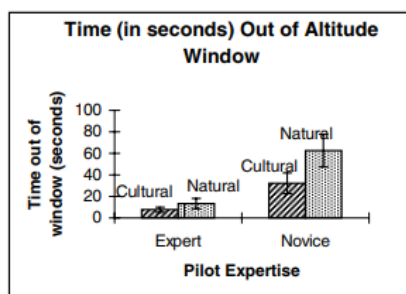


Figure 1. Novice and experienced performance differences as a function of the type of terrain

Obr. 3 Porovnání časů pilota experta a laika (Ottati a kol. 1999)

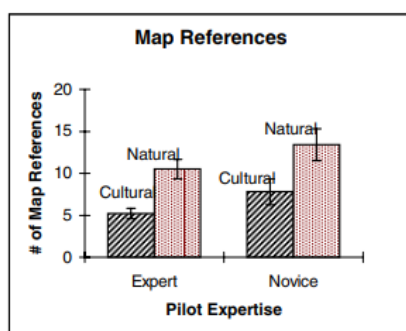


Figure 2. Number of map references made by novice and experienced pilots depending on type of terrain

Obr. 4 Odkazování experta a laika na mapu s přírodními a urbánními překážkami (Ottati a kol. 1999)

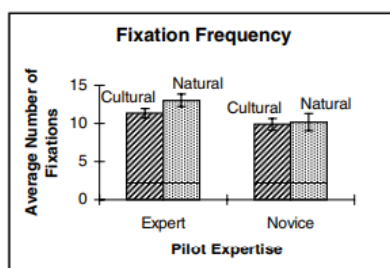


Figure 3. Average number of fixations made on reference objects per subject.

Obr. 5 Porovnání počtu fixací pilota experta a laika mezi dvěma typy map (Ottati a kol. 1999)

Výsledky ukazují, že odborníci ve srovnání s nováčky navštěvují více relevantních aspektů podnětu, používají více různorodých přístupů k úkolům a na základě znalosti používají zkratky (Jarodzka a kol. 2010).

### 3.2.2 Porovnání pohybu očí – muž a žena

Pohyby očí nemusí být porovnávány jen na základě odbornosti v daném tématu, to znamená mezi expertem a laikem. Ale mohou být také porovnávány mezi muži a ženami. Odlišnosti mezi oběma pohlavími lze pozorovat již od útlého dětství. Existuje

mnoho studií zaměřených na sociologicko-psychologické chování, jak mezi muži a ženami, tak mezi chlapci a dívkami.

V článku z roku 2009 (Alexander a kol.) uvádí, že rozdíly pozorované v preferencích objektů u dětí jsou částečně ovlivněny vrozenými faktory než vlivem prostředí a výchovou. Za účelem testování této hypotézy bylo zkoumáno 30 dětí. Z toho od 3 do 8 měsíců věku, protože v tomto věku nejsou znatelné rozdíly ve výchově dětí. Test byl prováděn pomocí technologie sledování pohybu očí. V souladu s primární hypotézou byly zjištěny rozdíly mezi pohlavími v zájmu o genderově orientované hračky. U dívek byl větší zájem o panenku než o autíčko, zatímco u chlapců byl větší počet vizuálních fixací právě na autíčko.

Výsledky ukazují, že rozdělení a výběr hraček na dívčí a chlapecké je dán rozdíly mezi jednotlivými pohlavími než funkcí daných předmětů. Vrozená preference hraček je zdokumentována jako jeden z nejstarších projevů rozdílnosti mezi pohlavími (Alexander a kol. 2009).

Gerianne M. Alexander a Nora Charles (2009) ve společném článku *Sex Differences in Adults' Relative Visual Interest in Female and Male Faces, Toys, and Play Style* testovali vizuální pozornost a chování u mužů a žen. Testování, které proběhlo na Texas A&M University Department of Psychology, se zúčastnilo 83 respondentů. Z celkového počtu bylo 39 mužů a 44 žen. Věkové rozmezí respondentů se pohybovalo od 18 do 25 roků. Všichni účastníci byli testováni individuálně po časovou dobu zhruba 40 minut. Do testování bylo vybráno 12 párů obrázků. Každý obrázek byl zobrazen dvakrát, jednou na pravé straně a podruhé na levé straně. Celkem se tak jednalo o 24 stimulů. Do páru byl vybrán vždy obrázek, který znázorňoval věc typickou spíše pro muže a obrázek typičtější spíše pro ženu. Mezi obrázky byly tři kategorie: Hračky (panenka vs. míč a nádobí vs. auto) dále sportovní aktivity (wrestling vs. hraní pat-a-cake, závody na kole vs. čtení knih, drsná hra s míčem vs. klidná hra s míčem, běhání po venku vs. procházka po venku) a v poslední řadě se jednalo o tváře (muž vs. žena). Ve výsledku poté muži kladli největší pozornost na obrázky, které zobrazovaly typicky mužské věci nebo sporty a také na tváře opačného pohlaví, pokud se jednalo o muže s heterosexuální orientací. Naproti tomu ženy vykazovaly vizuální preference pouze o typicky ženské hračky. U sportovních aktivit a tváří opačného pohlaví tomu tak nebylo.

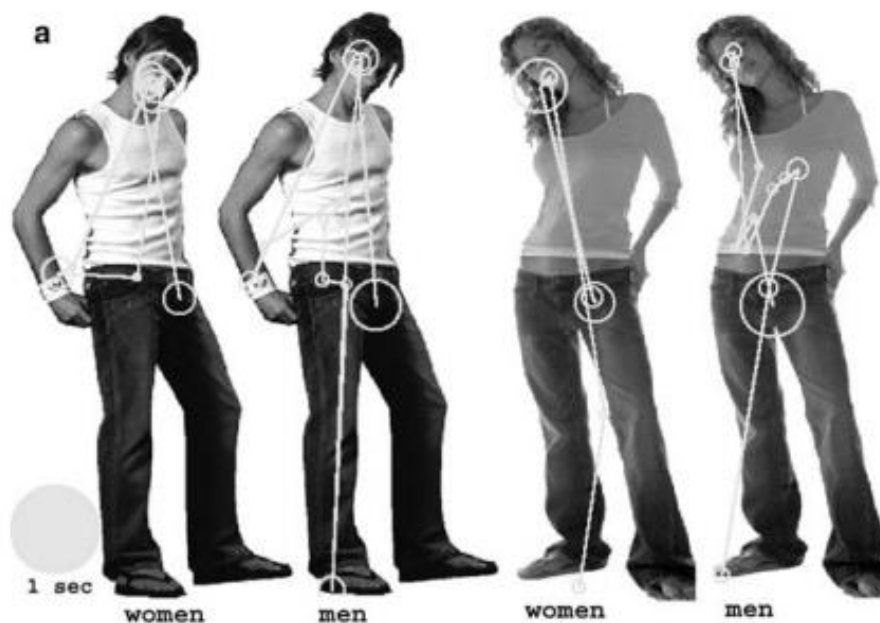
Tahle studie tedy ukazuje, že rozdíly pohlaví ve vizuálním zpracování jsou součástí vyjádření všech genderových fenotypů po celou dobu života, které mohou odrážet rozdíly pohlaví při motivačních vlastnostech u stimulů spojených s pohlavím.

O rozdílném pohledu na mužské a ženské tělo byla vytvořena studie v roce 2008 na Friedrich Schiller University v Německu.

Cílem této studie bylo poskytnout důkaz o odlišném pohledu na muže a ženy mezi oběma pohlavími. Předmětem studie bylo prohlížení celkem 30 obrázků mužů a žen z reklam na oblečení, kteří byli oděni v neformálním oblečení. Testování se zúčastnilo 27 studentů z již zmíněné univerzity v Německu, ve věkovém rozmezí 19–37 let. Aby experiment splnil svůj účel, byli účastníci přesvědčeni, že cílem experimentu jsou reakce očí na různé série obrázků, které jim budou pouštěny. Navíc při testování jednotlivých stimulů měli účastníci ohodnotit každý obrázek na stupnici atraktivity (od jedné do devíti). K dosažení co nejvěrohodnějšího výsledku byli účastníci na konci

testování požádání, aby o sobě vyplnili krátký dotazník, který obsahoval údaje o pohlaví, věku a sexuální orientaci (preferenci). Na základě získaných informací o testovaných osobách byla z testování vyřazena jedna žena, která uvedla v dotazníku bisexuální orientaci, což by mohlo mít za následek zkreslení konečných výsledků této studie.

Výsledky ukázaly, že muži i ženy setrvali očima nejprve v oblasti tváře každého ze stimulů. Po počátečním pohledu do obličeje setrvali muži v tváři kratší dobu než ženy a postupně přešli na oblast prsou (u obrázku ženy). Naopak ženy setrvali déle v oblasti obličeje než v oblasti rozkroku u obou typů pohlaví. Tato pozorování odhalují důležité aspekty lidského pohledu a obzvláště odhaluje důležité genderové rozdíly (Hewig a kol. 2008).



Obr. 6 Porovnání strategií mužů vs. žen. (Gerianne M. Alexander a Nora Charles 2009)

### 3.3 Přehled studií

Tabulka ukazuje přehled vybraných studií ze třech oblastí. Byly vybrány ty studie, které používaly eye-tracking technologii nejen pasivně (prohlížení stimulů), ale často i aktivně, kdy účastníci měli řešit nějaký úkol nebo se k němu postupně propracovat na základě předem daných scénářů.

Z oblasti medicíny byly vybrány dvě studie. Studie Wilson a kol. (2010) a Eivazi a kol. (2012). První z nich je popsána v kapitole 3 (3.2.1).

Eivazi a kol. (2012) sledovali osm mikro-neurochirurgů, kteří měli za úkol sledovat čtyři obrázky představující čtyři fáze zákroku odstranění mozkového nádoru. Každý obrázek byl na obrazovce po dobu deseti sekund a následovaly tři úkoly. Tři úkoly se skládaly z popisu objektů na každém z obrázků, z postupu chirurgického zákroku a z postupu chirurgického zákroku u následujícího obrázku. Z chirurgů byli čtyři experti a čtyři laici. Expert se vyznačoval tím, že absolvoval šestiletý tréninkový kurz a měl za sebou více jak 800 operací.

Podle srovnání strategií obou skupin bylo zřejmé, že experti prokazují jasné známky odbornosti v závislosti na fázi operace. Rozdíl mezi zkušenostmi měřenými podle počtu operací byl významný.

Využití technologie sledování pohybu očí se těší velké oblibě i v oblasti letectví. První článek týkající se řízení letadla za dobrých meteorologických podmínek je zmíněn již v kapitole 3 (3.2.1).

Výsledky ukázaly, že nebyl významný časový rozdíl mezi oběma skupinami. Experti trávili více času sledováním z okna kabiny než laici, kteří více sledovali navigační prvky v mapě. Zkušení piloti daný navigační prvek našli mnohem rychleji než nováčci, a proto se tak mohli více soustředit i na dodržení požadované výšky letadla (Ottati a kol. 1999).

Další studii zaměřenou na letectví se zabývali Schriver a kol. (2008) v článku *Expertise Differences in Attentional Strategies Related to Pilot Decision Making*. Na univerzitě v Illinois v USA testovali na leteckém simulátoru 28 pilotů, z toho 14 více a 14 méně zkušených pilotů. Pro rozdělení do kategorií více či méně zkušený pilot se posuzovala celková doba letů, počet hodin v letadle a na simulátoru, typ pilotního osvědčení a kvalifikace a v poslední řadě obecný test znalostí o letectví. Tato studie měla za cíl zkoumat rozdíly v rozhodování zkušenějších a méně zkušených pilotů a sledovat jejich pozornost jak u bezproblémového letu, tak u letu s předem nastaveným problémem (např. pokles tlaku oleje). Během simulovaného letu změřili přesnost a prodlevu u reakcí pilotů.

Studie prokázala, že zkušenější piloti byly z hlediska rychlosti, přesnosti a správnosti lepší. Obě skupiny však dělaly rychlá a správná rozhodnutí, pokud se jednalo o diagnosticky větší problémy. Díky datům od zkušených pilotů mohla být tato studie dále využívána pro výcvik nových pilotů.

Wetzel a kol. (1997) sepsali studii o výcviku vojenských pilotů v centru pro trénink v americké Arizoně (Armstrong Laboratory's Aircrew Training Research Division). Tato studie měla za úkol vyhodnotit pohyby očí mezi zkušenými a méně zkušenými piloty na simulátorech stíhacích letounů F-15 a F-16. Pomocí metody E-T byli schopni vyhodnotit, jestli se pilot díval nejen do prostředí kokpitu, ale i na objekty mimo něj. Data ohledně komunikací mezi piloty byla mimo jiné zaznamenána také na videokazetu. Zjistili, že odborníci lépe provádějí stíhací a letecké manévry než méně zkušení piloti.

Z kartografických výzkumů byly vybrány tři články. Ooms a kol. (2013) se zaměřili na rozdíly v pozorování a chování kartografů a nekartografů. Úkolem respondentů bylo si prohlížet čtyři topografické mapy. Zkoumali, jaký vliv má změna barvy na čtení mapy. Doba fixací byla významná a kratší u expertů než u laiků, protože úroveň zkušeností a část znalostí je uložených v paměti LTM (Long-Term Memory). Odborníci mají kratší fixace za sekundu a díky tomu tráví více času právě v oblasti map. Z toho lze vyvodit závěr, že experti mohou lépe interpretovat mapy (ať už se jedná o mapy jednoduché nebo komplexnější).

Ooms a kol. (2018) ve svém článku testovali celkem 56 lidí, z toho bylo 24 odborníků a 30 laiků. Odborníky tvořili lidé alespoň s titulem MSc. v oblastech geografie, geomatiky nebo v jiných příbuzných oborech geografie. Respondentům byla ukázána topografická mapa belgického území v měřítku 1 : 10 000. Prvním úkol bylo si ji prohlédnout po libovolně dlouhou dobu. Ve druhé části experimentu měli pro ukončení prohlížení mapy

nakreslit náčrt, co všechno mapa obsahovala (řeky, silnice, vodní plochy, atd.) také bez časového omezení. Podle hodnocení vyvozovaných prvků nebyly žádné významné rozdíly mezi odborníky a laiky, ani mezi muži a ženami pro získání prostorových informací prezentovaných na 2D mapách s jednoduchým designem. Nedošlo k žádným významným rozdílům ani při kreslení jednotlivých prvků mapy.

Coltekin a kol. (2010) prováděli výzkum zaměřený na webové rozhraní dvou map. Na univerzitě v Curychu zaznamenali pohyby očí třiceti účastníků. Respondenti řešili celkem tři úkoly v každém ze dvou grafických rozhraní. Výsledky ukázaly, že experti jsou rychlejší a přesnější. Co se týče strategie pro rychlou skupinu (20 sekvencí) se rozšířená délka sekvence pohybuje od 51 do 352 písmen a od 3 do 26 při sbalení. Pro pomalou skupinu (20 sekvencí) se rozšířená délka sekvencí pohybuje od 275 do 1047 a od 5 do 107 při sbalení. Jak bylo předpokládáno, pomalejší účastníci jsou méně efektivní a mají dlouhé trajektorie očí v rozvinutých a sbalených sekvencích, což může znamenat neefektivní smyčky (cykly) pro vyhledávání.

Tab. 1 Souhrn vybraných studií z oblasti medicíny, letectví a kartografie

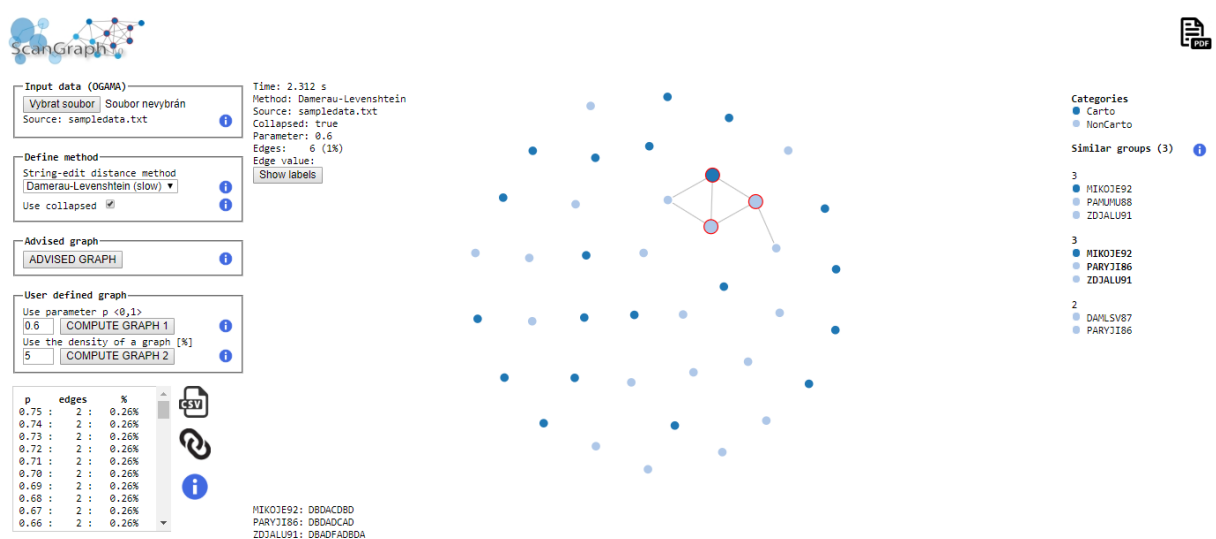
Medicína	Popis	Expert/Laik	Muž/Žena	Metody	Stimuly						
Wilson a kol. (2010)	Psychomotorická kontrola ve virtuálním laparoskopickém chirurgickém prostředí	8/6	10/4	Fixation Duration	laparoskopické nástroje, 5 modrých a 5 červených kuliček ve virtuálním prostředí, interakce s nástroji						
				Fixation Rate							
				Number of Movements							
				Economy of Movements							
				ANOVA							
				Completion Time							
Eivazi a kol. (2012)	Rozdíl ve sledování chování odborníků a začínajících mikroneurochirurgů při ukázce odstranění nádoru	4/4	8/0	Number of Fixation	4 obrázky vývoje nádoru						
				Time to first Fixation							
				Fixation Duration							
				Mean Fixation Duration							
				Scan Path Analysis							
				ANOVA							
Letectví	Popis	Expert/Laik	Muž/Žena	Metody	Stimuly						
						Ottati a kol. (1999)	20 respondentů	10/10	20/0	Fixation Duration	navigace a let prostředím s urbánními a terénními překážkami, udržování výšky letadla podle okna
										Number of Fixation	
										Dwell Time	
										Time out of window	
										Fixation Frequency	
Map References (time)											
Schriver a kol. (2008)	28 respondentů	14/14	x	Dwell Time	let na simulátoru (16 letů každý pilot), přednastavené scénáře						
				AOI							
				Rozdíly v odbornostech pilota a jeho strategie chování při rozhodování							
Wetzel a kol. (1997)	32 respondentů	16/16	x	Instrument Sequence	let na simulátoru, přednastavené scénáře						
				Dwell Time							
				Scan Path							
Kartografie	Popis	Expert/Laik	Muž/Žena	Metody	Stimuly						
						Ooms a kol. (2013)	24 respondentů	12/12	12/12	Average Fixation Duration	4 topografické mapy v měřítku 1 : 10 000, zkoumali jaký vliv má změna barvy na čtení mapy
										Fixation/second	
										3D Gridded AOI	
										Scanpath Visualization	
										Heat Maps	
ANOVA											
Fixation Count, Dwell Time											
Ooms a kol. (2018)	54 respondentů	24/30	34/20	Fixation Count/Duration	topografická mapa neznámého belgického území v měřítku 1 : 10tisíc + náčrt z paměti						
				Trial Duration							
				Drawing Time							
				Score on Drawn Elements							
Coltekin a kol. (2010)	30 respondentů	9/11	x	Fixation Count	2 mapová prostředí s krimi tematikou + 2 úkoly						
				Fixation Duration							
				Time to first Fixation							
				String Edit Distance							

### 3.4 SCANGRAPH

Nástroj ScanGraph je novinkou v oblasti hledání podobností mezi skupinami respondentů. Dříve, než byl tento nástroj vytvořen byl v roce 2006 vyvinut nástroj eyePatterns, který používá Levenshteinovu vzdálenost a Needleman-Wunsch algoritmus pro analýzu sekvencí v eye-tracking datech (West a kol., 2006). Výstupy z tohoto nástroje jsou v podobě stromových grafů. Jak bylo ale zjištěno, výsledná vizualizace neodpovídá hodnotám vypočítaných vzdáleností, což činí nástroj eyePatterns nepoužitelným (Doležalova a Popelka, 2016). Proto byl vyvinut na katedře geoinformatiky v Olomouci webový nástroj ScanGraph, který umožňuje rychlé hledání podobností mezi skupinami respondentů. Na zrodu tohoto nástroje se podíleli Mgr. Stanislav Popelka Ph.D, Mgr. Jitka Doležalová a technickou stránku zajišťoval Mgr. Ondřej Štrubl. ScanGraph je napsán v jazyce PhP, C# a používá knihovnu D3.js. Nástroj umožňuje vkládat a analyzovat data přímo z aplikace OGAMA. Pro výpočet podobností mezi skupinami byly zvoleny tři algoritmy, Levenshtein, Damerau-Levenshtein a Needleman-Wunsch, které byly přizpůsobeny na to, aby tyto algoritmy mohly počítat s různě dlouhým typem řetězce. Dále byla upravena hodnota vzdálenosti, aby vyjadřovala větší podobnost řetězců mezi sebou. Tuto podobnost lze nastavit pomocí parametru  $p \in (0,1)$ . Na základě tohoto parametru nástroj ScanGraph umožní vzájemně projit ty respondenty, kteří jsou si navzájem podobní.

Oba zmíněné nástroje používají metodu String Edit Distance. Její počátky lze nalézt v biologii, kde se používá pro měření rozdílů mezi sekvencemi proteinů. Jedná o jednu z prvních metod, která neporovnává pouze výskyt fixací a sakád, ale také bere v potaz pořadí. Pro výpočet String Edit Distance je důležité, aby byly před použitím této metody ve stimulu definované oblasti tzv. AOI.

Analýza jednotlivých typů algoritmů ve ScanGraph bude dále popsána v kapitole 4.1.



Obr. 7 Uživatelské prostředí nástroje ScanGraph



## 4 DOPORUČENÍ PRO VOLBU ALGORITMŮ VE SCANGRAPH

V této kapitole je popsáno doporučení pro volbu algoritmů ve ScanGraph na základě popisu jednotlivých algoritmů a jejich principu fungování. Dále vytvoření tabulky s výpočetní náročností algoritmů nad nově vytvořenými daty. Popis rozdílů mezi algoritmy Levenshtein, Damerau-Levenshtein a Needleman-Wunsch u jednoho z mnoha stimulů převzatého z eye-tracking experimentu. A závěrem schéma a doporučení pro daný typ algoritmu.

### 4.1 Algoritmy ve ScanGraph

Levenshtein algoritmus je pojmenován podle ruského vědce Vladimira Levenshteina. Bere v potaz vzdálenost mezi dvěma řetězci nejnížší počet odstranění, vložení nebo substitucí potřebný k transformaci zdrojového řetězce na cílový řetězec. Například vzdálenost mezi sekvencemi "gravitation" a "gravity" se rovná 5 (tři substituce a dvě odstranění) (Doležalová a Popelka, 2016). Hodnota Levenshteinovy vzdálenosti je větší, pokud jsou porovnávané řetězce rozdílnější.

Dalším algoritmem je Damerau-Levenshtein. Tento algoritmus je téměř totožný s Levenshtein, ale především se jedná o vylepšení tohoto algoritmu, který kromě vložení a substituce uvažuje i transpozici (prohození sousedních znaků). Vzdálenost mezi řetězci je dána minimálním počtem operací k transformaci jednoho řetězce na druhý. Tímto procesem se může docílit vložení, substituce nebo odstranění jednoho znaku nebo prohození dvou sousedních znaků.

Needleman-Wunsch algoritmus hledá stejné prvky mezi dvěma řetězci. Například vzdálenost mezi řetězci "gravitation" a "gravity" se rovná 6 (šest shod) (Doležalová a Popelka, 2016).

Díky předpokladu, že řetězce mohou mít rozdílnou délku, byly tyto algoritmy modifikovány, aby mohly být výsledky korektní pro různě dlouhé řetězce. Další modifikací se docílilo upravení hodnoty vzdálenosti, aby vyjadřovala větší podobnost řetězců. Podobnost mezi řetězci lze nastavit pomocí parametru  $p \in (0,1)$ . Na základě tohoto parametru nástroj ScanGraph umožní vzájemně projít ty respondenty, kteří jsou si navzájem podobní.

## 4.2 Výpočty algoritmů

Studie se také zabývala výpočetními rychlostmi algoritmů Levenshtein, Damerau-Levenshtein a Needleman-Wunsch (Obr. 8). Pro porovnání rychlostí algoritmů byly vytvořeny řetězce o různé délce s různým počtem respondentů. U každé kombinace řetězce s počtem respondentů byl měřen čas operace v sekundách. V algoritmu Levenshtein bylo zjištěno výpočetní maximum při 80 respondentech s počtem znaků 320. Needleman-Wunsch algoritmus (pomalejší) dosáhl maxima v několika případech. Při 80 respondentech s počtem znaků 80 tento algoritmus dosáhl maxima s výpočetní náročností 162 sekund. Další maximum vzniklo při 40 respondentech a délce 160 znaků. Výpočetní náročnost činila 259 sekund. Posledním maximem algoritmu Needleman-Wunsch byla výpočetní náročnost při 20 respondentech s délkou 320 znaků. Doba operace algoritmu trvala 542 sekund, ale nejedná se o nejvyšší výsledek v tabulce (Needleman-Wunsch). Nejvyšším výsledkem je čas 596 sekund u 320 respondentů s počtem 40 znaků. Algoritmus Damerau-Levenshtein (také pomalejší na výpočet) dosáhl svého maxima třikrát, podobně jako tomu bylo u Needleman-Wunsch algoritmu. První maximum nastalo při výpočtu 80 respondentů se stejným počtem znaků. Operace trvala 203 sekund. Při 40 respondentech a 160 znacích algoritmus tento proces spočítal za 220 sekund a dosáhl tak druhého maxima. Posledním maximem algoritmu Damerau-Levenshtein byl výpočet 20 respondentů s délkou 20 znaků při výpočetní náročnosti 254 sekund. Opět se nejedná o maximální dobu trvání algoritmu, které ovšem nastalo v případě 320 respondentů s počtem 40 znaků (766 sekund).

		počet respondentů				
		ALG (sek)	20	40	80	160
20	LEV	0,02	0,03	0,09	0,30	1,32
	N-W	2,01	2,04	7,94	32,21	135,80
	D-L	2,64	2,60	9,82	42,44	159,07
40	LEV	0,02	0,03	0,10	0,37	2,03
	N-W	2,00	7,63	30,10	126,43	596,40
	D-L	2,78	10,32	43,47	203,32	766,15
80	LEV	0,02	0,05	0,19	0,85	3,72
	N-W	9,73	37,79	162,21	x	x
	D-L	13,34	50,64	202,74	x	x
160	LEV	0,06	0,16	0,74	3,40	11,38
	N-W	63,90	259,14	x	x	x
	D-L	63,04	220,49	x	x	x
320	LEV	37,32	151,77	657,62	x	x
	N-W	542,09	x	x	x	x
	D-L	254,17	x	x	x	x

Obr. 8 Tabulka porovnání rychlostí jednotlivých algoritmů v sekundách

### 4.3 Rozdíly mezi algoritmy

Pro porovnání rozdílů mezi algoritmy byl použit obrázek reklamy číslo 13. Jedná se o testovaný stimul převzatý z eye-tracking experimentu (Obr. 9). Průměrná délka řetězce v tomto stimulu byla 6 znaků. Maximální délka řetězců byla 11 znaků a minimální 2 znaky. Rozdíly mezi algoritmy jsou již patrné na obrázku (Obr. 12). Při použití algoritmu Levenshtein a nastavení parametru podobnosti  $p=0,75$  bylo vytvořeno celkem 29 skupin a první skupinu tvořilo šest respondentů. Čtyři z nich byli kartografové (P22, P33, P38, P43), jeden student bez kartografického vzdělání (P68) a jeden pracující člověk (P23). Kartografové (P22, P38) společně se studentem jiného oboru (P68) se nejprve podívali na největší část na obrázku, pak zkontrolovali panel s textem, a nakonec se zpátky podívali na obrázek se skluzavkou (BAB). Další dva kartografové (P33, P43) se nejprve podívali na skluzavku, zkontrolovali text, znovu se vrátili ke skluzavce a ve zmíněné oblasti textu zůstali (BABA). Jeden pracující člověk (P23) přečetl tento obrázek podobně jako kartografové, ale navíc se naposled podíval ještě na obrázek dospělého člověka na houpačce (BABF).



Obr. 9 Reklama s označenými AOI



Obr. 10 Trajektorie pohybu očí (první skupina algoritmu Levenshtein)

Na obrázku (Obr. 10) jsou vyznačené trajektorie pohybu očí jednotlivých participantů. Kartografové (P22, P33, P38, P43) jsou označeni odstíny modré barvy, student jiného oboru zeleně (P68) a jeden pracující člověk (P23) oranžově.

V algoritmu Needleman-Wunsch při nastavení stejného parametru vzniklo celkem 43 skupin. První skupinu tvořilo celkem šest respondentů. Tři respondenti kartografové (P01, P33, P43), dva studenti z jiných oborů (P54, P58) a jeden pracující (P67).

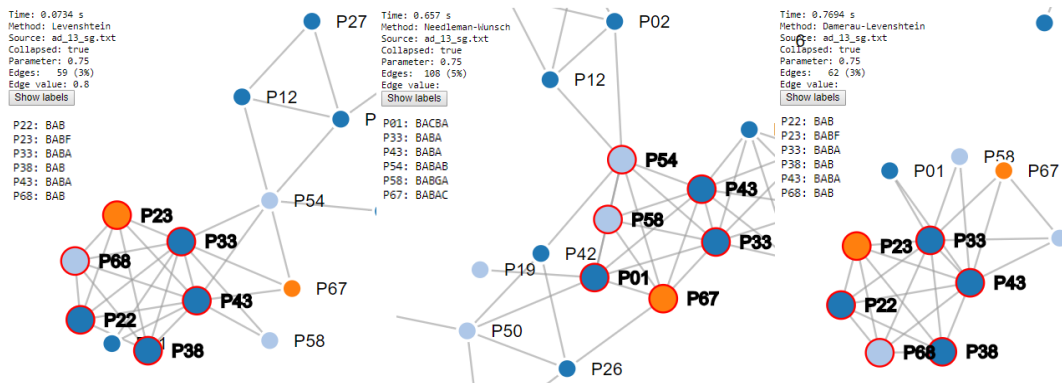
V porovnání mezi těmito dvěma algoritmy se první skupina v algoritmu Needleman-Wunsch změnila o čtyři respondenty (P01, P54, P58, P67). Trajektorie pohybu očí první skupiny algoritmu Needleman-Wunsch jsou vyobrazeny na obrázku (Obr. 11). Kartograf (P01) se první podíval na skluzavku, dále na panel s textem, poté na obrázek vlevo dole, na skluzavku a nakonec na panel s textem (BACBA). Studenti jiných oborů (P54, P58) měli ze začátku podobný průběh (skluzavka, text, skluzavka), ale jeden z nich se následně podíval na text a poté skluzavku (P54). Druhý z nich (P58) pokračoval od skluzavky až na obrázek vpravo dole (BABGA). Participant ze skupiny pracujících (P67) následoval řetězec BABAC. Co se týče druhé skupiny u Needleman-Wunsch je složení skupiny totožné s první skupinou algoritmu Levenshtein.



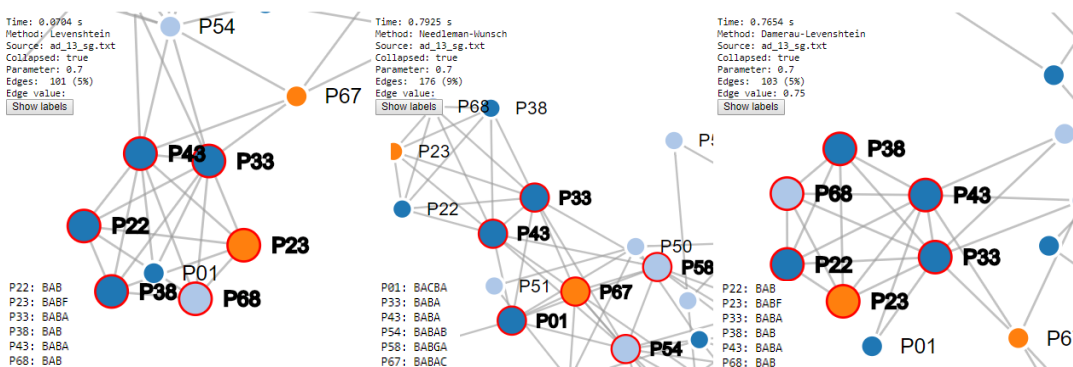
Obr. 11 Trajektorie pohybu očí (první skupina algoritmu Needleman-Wunsch)

Na obrázku (Obr. 11) jsou vyznačené trajektorie pohybu očí jednotlivých participantů. Kartografové (P01, P33, P43) jsou označeni odstíny modré barvy, dva studenti jiných oborů zeleně (P54, P58) a jeden pracující člověk (P67) červeně.

Algoritmus Damerau-Levenshtein vytvořil celkem 28 skupin, přičemž první tři skupiny v tomto algoritmu byly totožné s algoritmem Levenshtein (Obr. 12). Při změně nastavení parametru z  $p=0,70$  (Obr. 13) na  $p=0,75$  (Obr. 12) se první skupiny (vždy po šesti lidech) u daných algoritmů nemění. U Levenshtein a Damerau-Levenshtein to jsou respondenti P22, P23, P33, P38, P43 a P68. U Needleman-Wunsch respondenti P01, P33, P43, P54, P58 a P67. Všechny tři algoritmy na obrázcích (Obr. 12 i Obr. 13) mají společné participanty P33 a P43.

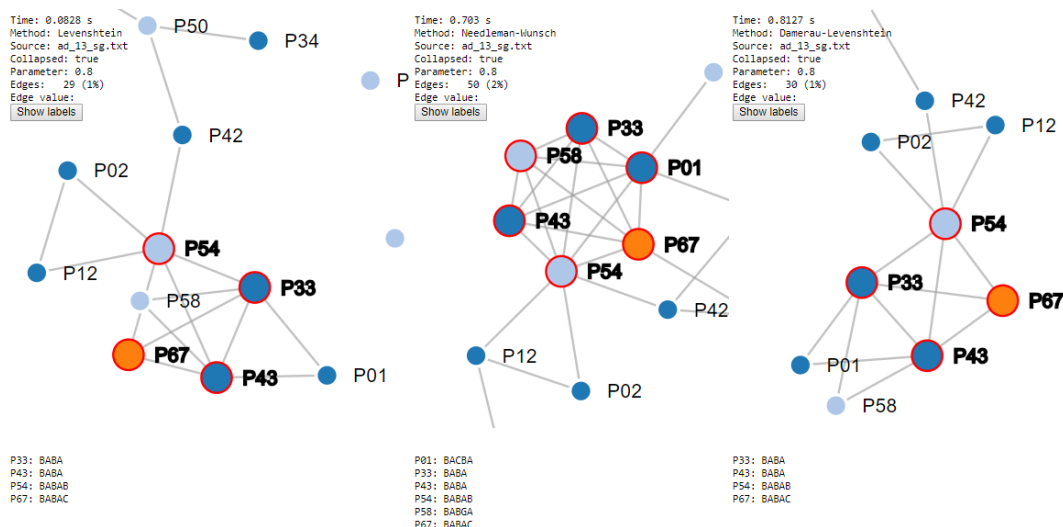


Obr. 12 Porovnání prvních skupin u všech tří algoritmů s nastaveným parametrem  $p=0,75$



Obr. 13 Porovnání prvních skupin u všech tří algoritmů s nastaveným parametrem  $p=0,70$

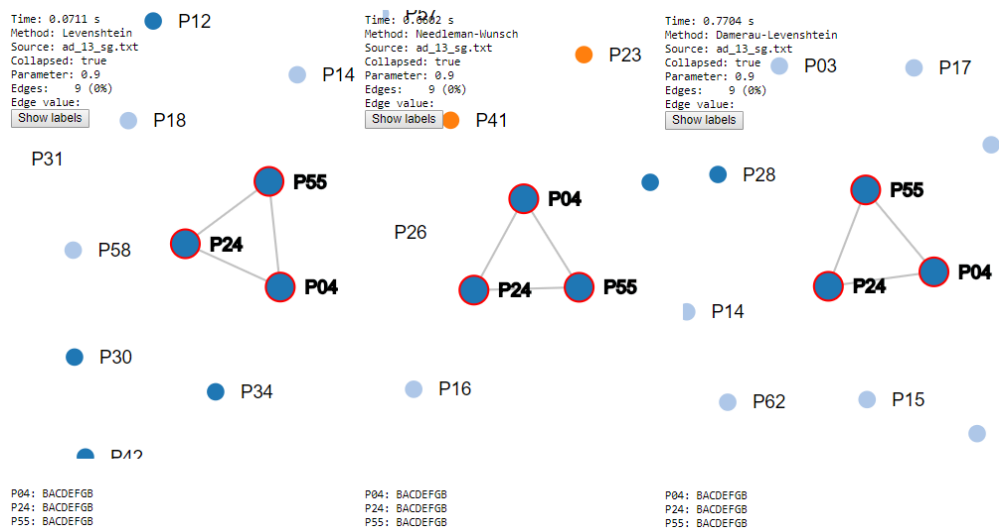
Nastavíme-li hodnotu  $p=0,80$  dochází k velké změně (Obr. 14). Z dosavadních šesti lidí vždy v první skupině, se vytvořila skupina pouze o čtyřech lidech u algoritmu Levenshtein a Damerau-Levenshtein. U Needleman-Wunsche zůstalo ve skupince šest lidí (stejných u všech dosavadních nastavení parametru  $p$ ).



Obr.

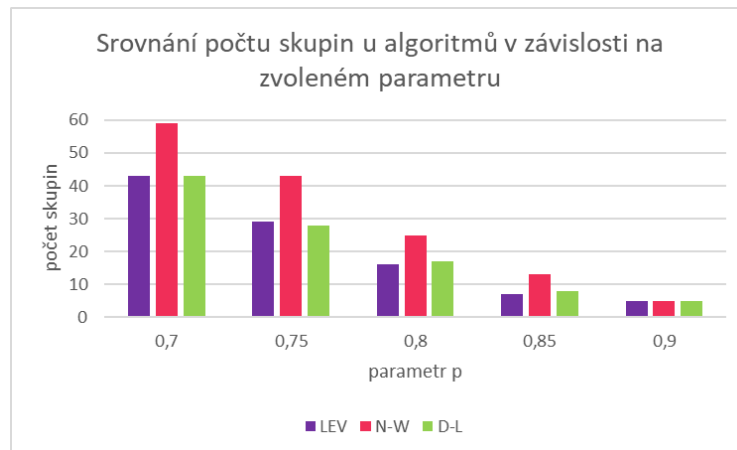
14 Porovnání prvních skupin u algoritmů Levenshtein, Needleman-Wunsch a Damerau-Levenshtein s nastaveným parametrem  $p=0,80$

Po nastavení parametru  $p=0,90$  u všech tří typů algoritmů (Obr. 15) došlo k absolutní shodě. Všechny tři algoritmy vytvořily první skupiny ze tří respondentů a stejnými řetězci. Shoda mezi respondenty činí 100 %.



Obr. 15 Porovnání prvních skupin u algoritmů Levenshtein, Needleman-Wunsch a Damerau-Levenshtein s nastaveným parametrem  $p=0,90$

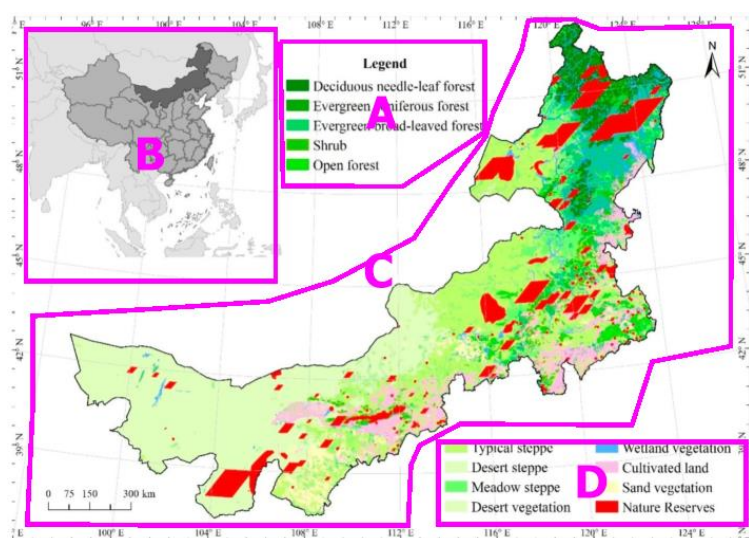
Pro porovnání počtu vytvořených skupin u jednotlivých algoritmů byl vytvořen graf (Obr. 16). Je viditelné, že se zmenšujícím parametrem  $p$  se zvětšuje rozdíl mezi počtem skupin u jednotlivých algoritmů. Algoritmy Levenshtein a Damerau-Levenshtein tvoří poměrně stejné počty skupin, protože Damerau-Levenshtein kromě vložení znaků a substituce bere v potaz i prohození sousedních znaků. Největší rozdíl mezi vytvořenými počty skupin zaznamenává algoritmus Needleman-Wunsch, který hledá stejné prvky mezi řetězci.



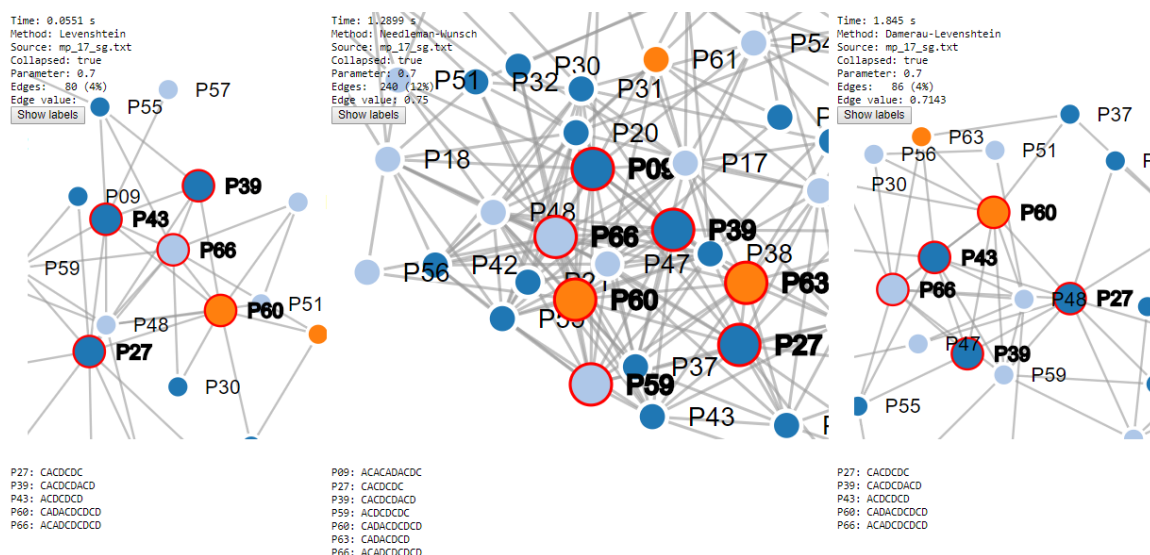
Obr. 16 Graf srovnání počtu skupin v závislosti na zvoleném parametru (reklama č. 13)

K dalšímu porovnání algoritmů byla použita mapa číslo 17 (Obr.17). Na obrázku jsou vymezeny celkem čtyři oblasti zájmu (A až D). Průměrná délka řetězce byla 10 znaků. Maximální délka řetězců byla 18 znaků a minimální 4 znaky. Největší dominantu

obrázku tvoří mapa s měřítkem (oblast C). Dále pak přehledová mapa (B) a legenda rozdělená na dvě části (A a D).

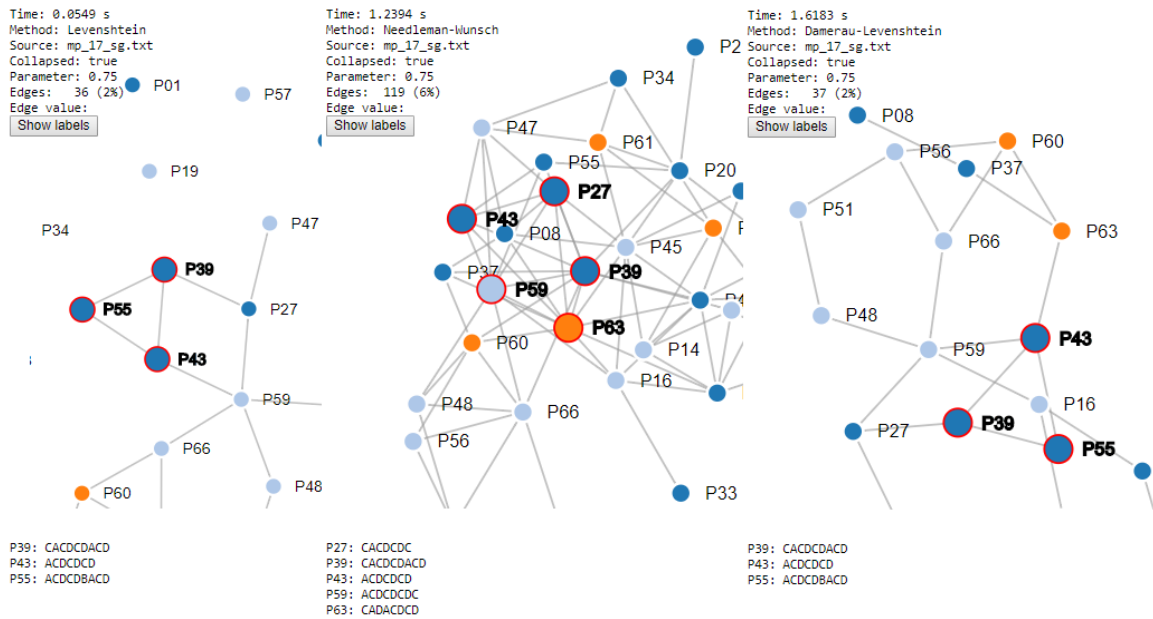


Obr. 17 Obrázek mapy č. 17



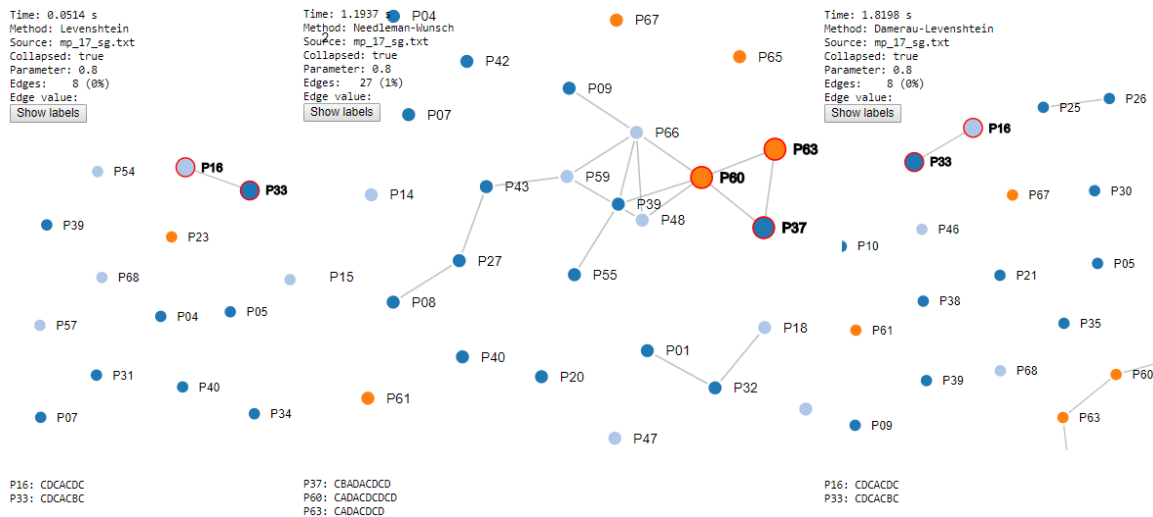
Obr. 18 Porovnání prvních skupin u všech tří algoritmů s nastaveným parametrem  $p=0,70$

Při použití algoritmu Levenshtein (Obr. 18) a nastavení parametru podobnosti  $p=0,70$  bylo vytvořeno celkem 53 skupin a první skupinu tvořilo pět respondentů. Tři z nich byli kartografové (P27, P39, P43), jeden student bez kartografického vzdělání (P66) a jeden pracující člověk (P60). Všichni v této skupině mapu přečetli podobně, ale svými řetězci se shodují na 70 procent. V algoritmu Needleman-Wunsch do první skupiny kromě P27, P39, P60, P66 přibyli ještě tři lidé (P09, P59, P63). Algoritmus Damerau-Levenshtein tvoří opět stejnou skupinu lidí, jako algoritmus Levenshtein.



Obr. 19 Porovnání prvních skupin u všech tří algoritmů s nastaveným parametrem  $p=0,75$

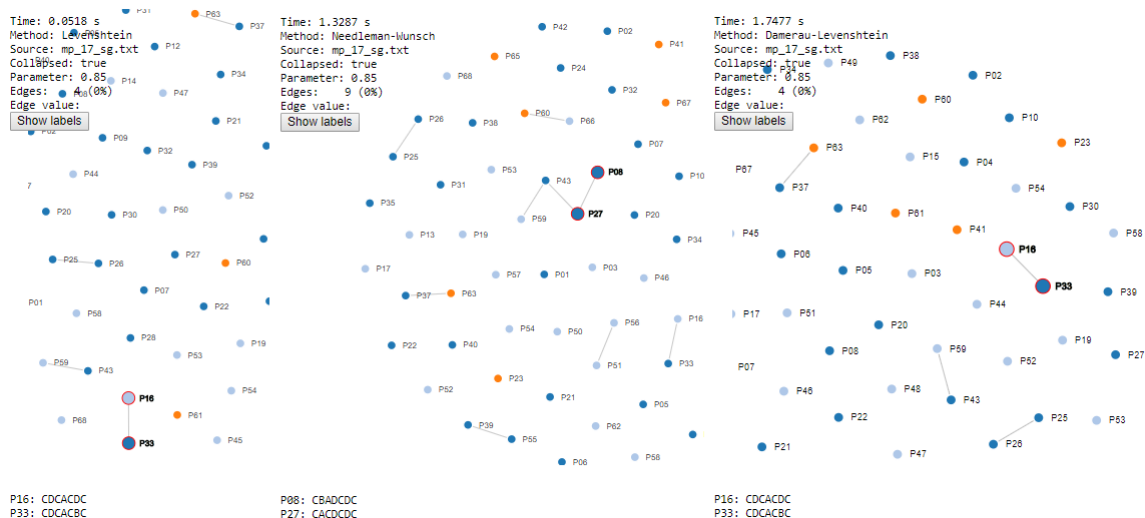
Na obrázku číslo 19 (Obr. 19) byl nastaven parametr  $p$  na 0,75. Přičemž algoritmus Levenshtein a Damerau-Levenshtein vytvořil v každém z algoritmu první skupinku o třech lidech. Jednalo se o účastníky s kartografickým vzděláním (P39, P43, P55). Při stejném nastavení parametru  $p$  vytvořil algoritmus Needleman-Wunsch skupinku pěti lidí. Respondenti z algoritmu LEV (P39, P43) byli doplněni třemi lidmi (P27, P59, P63).



Obr. 20 Porovnání prvních skupin u všech tří algoritmů s nastaveným parametrem  $p=0,80$

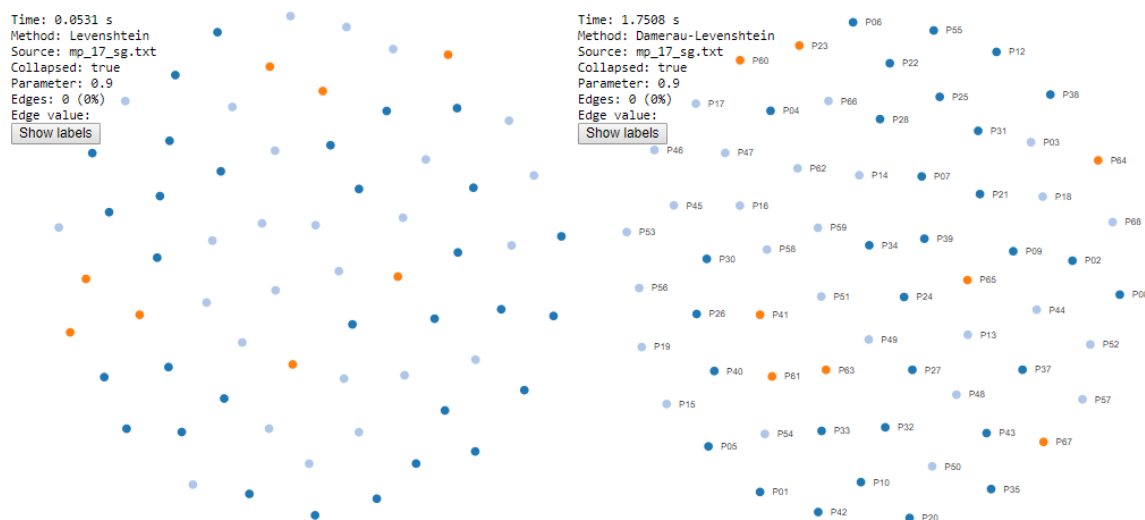
Se zvýšením parametru  $p$  z 0,75 na 0,80 dochází k úbytku lidí v jednotlivých prvních skupinkách, ale zároveň dochází k velké podobnosti mezi respondenty v jejich řetězcích (Obr.20). Algoritmy Levenshtein a Damerau-Levenshtein vytvořily první skupinku o dvou lidech (P16 respondent ze skupiny studentů jiné fakulty, P33 respondent s kartografickým vzděláním). U algoritmu Needleman-Wunsch se v první skupince objevili tři lidé (P37, P60, P63).





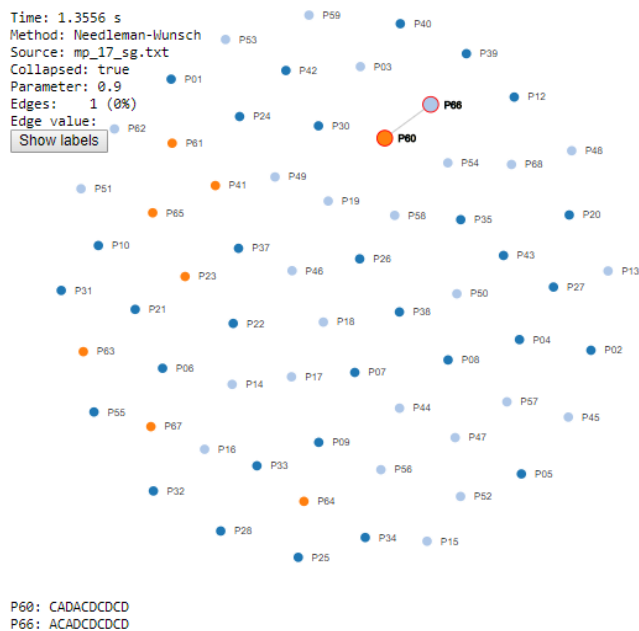
Obr. 21 Porovnání prvních skupin u všech tří algoritmů s nastaveným parametrem  $p=0,85$

Po nastavení parametru  $p=0,85$  došlo u každého algoritmu v první skupině ke spojení dvou respondentů (Obr. 21). Oba algoritmy (Levenshtein, Damerau-Levenshtein) vytvořily kliku o respondentech P16 a P33. Celkem vytvořily čtyři samostatné kliky. Algoritmus Needleman-Wunsch jich vytvořil devět. První skupina obsahovala respondenty P08 a P27. Jednalo se o dva kartografy, kteří v další skupince s respondentem P43 a P59 tvořili tak celou skupinu (o třech klikách).



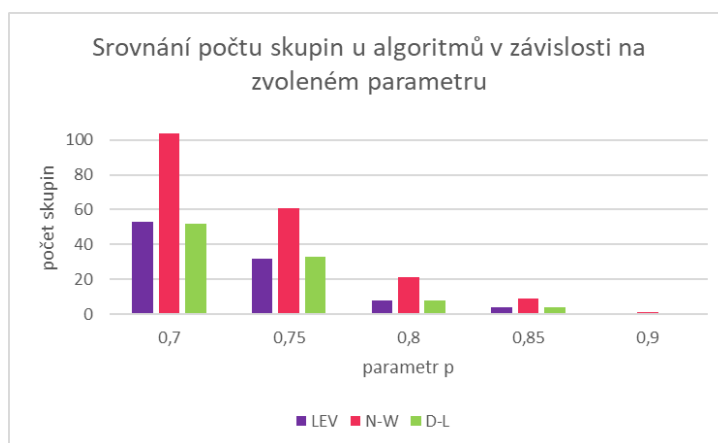
Obr. 22 Porovnání prvních skupin u algoritmů Levenshtein a Damerau-Levenshtein s nastaveným parametrem  $p=0,90$

Je-li nastavena hodnota  $p$  na  $p=0,90$  dochází u algoritmu Levenshtein a Damerau-Levenshtein k nevytvoření žádné skupinky. To znamená, že nikdo s nikým není spojen ve shodě přes 90 procent a každý mapu přečetl jiným způsobem. U algoritmu Needleman-Wunsch (Obr. 23) se vytvořila pouze jedna skupina o dvou lidech. Jednalo se o participanta P60 (pracujícího člověka) a P66 (studenta jiného oboru, než je kartografie).



Obr. 23 Algoritmus Needleman-Wunsch s nastaveným parametrem  $p=0,90$

K mapě číslo 17 (Obr. 17) byl vytvořen i graf pro srovnání počtu skupin pro daný typ algoritmu s různě nastaveným parametrem  $p$  (Obr. 24). Nastavením hodnoty 0,70 bylo u algoritmu Levenshtein vypočítáno celkem 53 skupin, u Damerau-Levenshtein o skupinu méně. Dvojnásobný počet skupin tj. 104 spočítal algoritmus Needleman-Wunsch. Při zvýšení na číslo 0,75 o skupinu více vytvořil Damerau-Levenshtein. Levenshtein vytvořil celkem 32 skupin. Nejvíce skupin vypočítal algoritmus Needleman-Wunsch s počtem 61 skupin. Od nastaveného parametru  $p=0,80$  je počet skupin u algoritmů Levenshtein a Damerau-Levenshtein stejný. V případě změny nastavení na 0,90 tyto dva algoritmy pro daný stimul nevytvořili žádnou skupinku, kdežto Needleman-Wunsch algoritmus vytvořil pouze jednu. Opět se potvrzuje tvrzení, že nejvíce skupinek tvoří právě tento algoritmus, který hledá stejné prvky mezi řetězci.



Obr. 24 Graf srovnání počtu skupin u algoritmů v závislosti na zvoleném parametru (mapy č. 17)

## 4.4 Doporučení pro volbu algoritmů

K průměrnému optimálnímu nastavení parametru  $p$  bylo zapotřebí si zvolit kritéria. První kritérium zajišťovalo, aby respondenti byli zařazeni pouze do jedné skupiny v daném algoritmu. Druhým kritériem bylo, aby v jedné skupince nebylo obsaženo více než 13 respondentů. Tyto kritéria splňovaly všechny stimuly ze všech oblastí, až na dvě mapy.

Tab. 1 Optimální průměrné nastavení parametru  $p$

<b>Optimální průměrné nastavení parametru <math>p</math></b>			
Typ stimulu	Typ algoritmu		
	LEV	N-W	D-L
reklamy	0,86–0,99	0,87–0,99	0,86–0,99
grafy	0,87–0,96	0,87–0,95	0,88–0,96
mapy	0,87–0,97	0,89–0,98	0,87–0,97

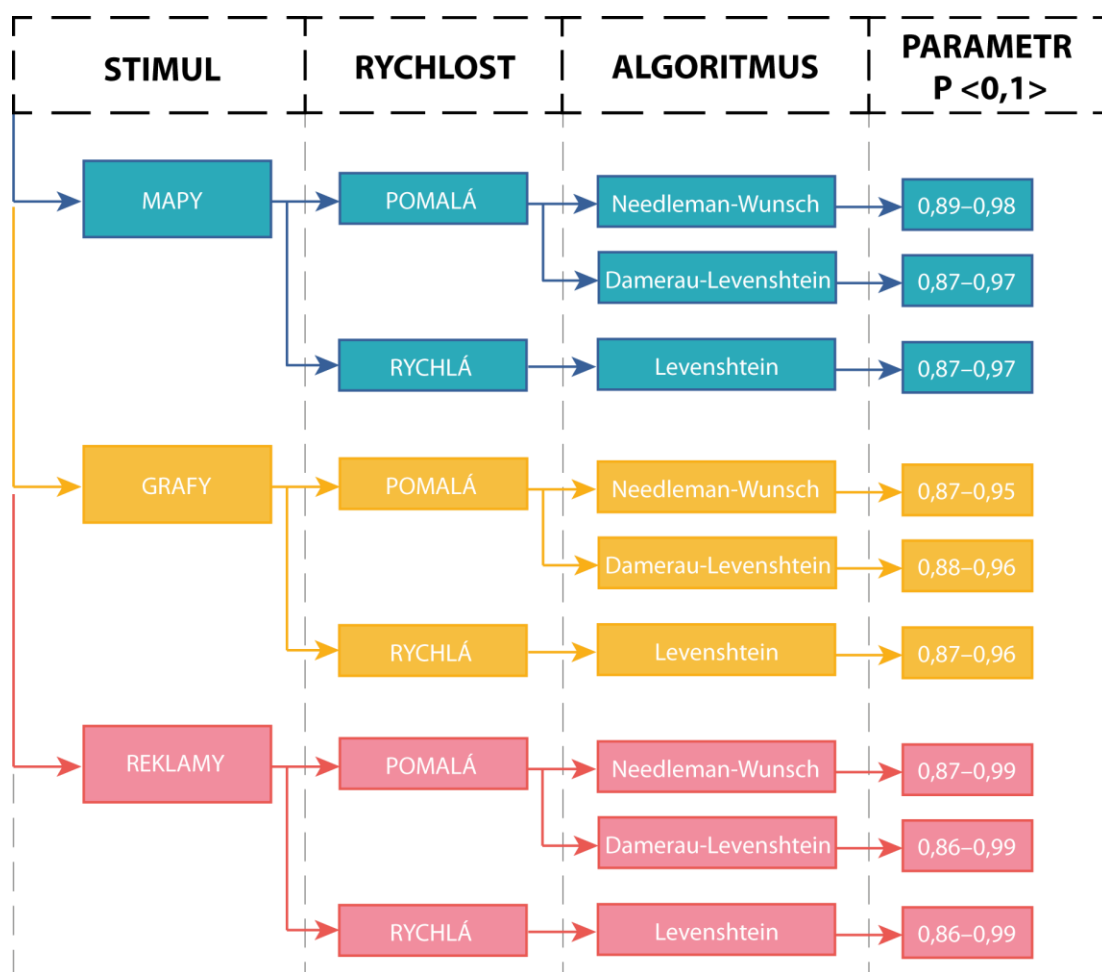
U map č. 9 a 15 se v první skupince objevilo 14 a 19 respondentů. Stimuly, které nevyhovovaly kritériím, nebyly zařazeny do vyhodnocení. Do vyhodnocení u algoritmů Levenshtein a Damerau-Levenshtein nebyl zahrnut graf č. 7, 11 a mapa č. 22, z důvodu žádné ze změn v dané skupině. Každý stimul vyžaduje individuální nastavení, tudíž tato tabulka obsahuje pouze průměrné hodnoty. Jedná se doporučené průměrné nastavení parametru použitelné pouze pro stimuly E-T experimentu.

LEVENSHTEIN	NEEDLEMAN-WUNSCH	DAMERAU-LEVENSHTEIN
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">+</span> Rychlý algoritmus</li> <li><span style="color: red;">-</span> Nehodí se pro více respondentů než 80 s délkou řetězce 320 znaků a více</li> <li><span style="color: red;">-</span> Při nastavení parametru <math>p &lt; 0,7-0,9 &gt;</math> se většinou shoduje v počtech skupin s D-L</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green;">+</span> Středně rychlý algoritmus</li> <li><span style="color: green;">+</span> Přesnější</li> <li><span style="color: green;">+</span> Tvoří více skupin u nastavení parametru <math>p &lt; 0,7-0,9 &gt;</math></li> <li><span style="color: red;">-</span> Omezení při větším počtu respondentů nebo dlouhém řetězci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">-</span> Pomalý algoritmus</li> <li><span style="color: green;">+</span> Přesnější než Levenshtein</li> <li><span style="color: red;">-</span> Omezení při větším počtu respondentů nebo dlouhém řetězci</li> </ul>

Obr. 25 Porovnání jednotlivých algoritmů

Pro rozhodovací proces, který algoritmus zvolit bylo vytvořeno porovnání všech třech algoritmů (Obr. 25). Algoritmus Levenshtein je vhodný pro rychlé vyhledávání mezi řetězci. Needleman-Wunsch algoritmus je pomalejší, zato přesnější než algoritmus Levenshtein. Podle tabulky (Obr. 8) lze pozorovat, že u algoritmů Needleman-Wunsch a Damerau-Levenshtein po použití daného počtu respondentů s daným počtem písmen v řetězci omezení narůstá geometrickou řadou.

## 4.5 Schéma pro daný typ stimulu



Obr. 26 Schéma pro doporučení jednotlivých algoritmů

## 5 EYE-TRACKING EXPERIMENT

Eye-tracking experiment probíhal na Katedře geoinformatiky univerzity Palackého v Olomouci. V laboratoři eye-trackingu se vystřídalo celkem 68 respondentů. Respondenti byli rozděleni na tři skupiny, v první skupině byli studenti a pracovníci Katedry geoinformatiky a studenti s absolvovaným předmětem kartografie, v druhé skupině pak studenti jiných oborů a poslední skupinou byli pracující lidé mimo akademickou sféru. Ze skupiny kartograficky vzdělaných se experimentu zúčastnilo 33 respondentů, 27 studentů z jiných oborů a 8 pracujících lidí. Celkem tento výzkum podstoupilo 35 mužů a 33 žen.

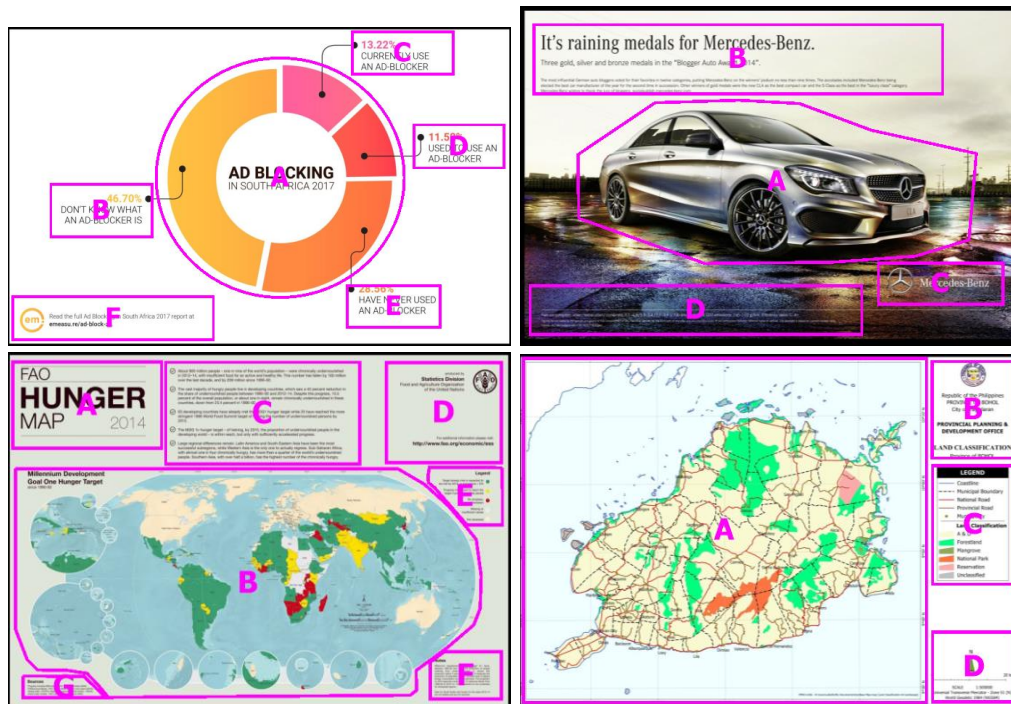
Těchto 68 lidí si prohlíželo celkem 57 stimulů z oblasti reklam, grafů, a především map neboli kartografie. Kritériem pro výběr stimulů bylo rozlišení obrázků, které mělo být 1920 x 1200 pixelů a možnost v daném obrázku dobře vymezit oblasti zájmu (AOI).

### 5.1 Design experimentu

Eye-tracking experiment byl vytvořen v programu SMI Experiment Center. Jedná se tak o software přímo od dodavatele zakoupeného eye-trackeru. Do softwaru byly nahrány jednotlivé stimuly včetně fixačních křížů, které se zobrazovaly vždy mezi jednotlivými obrázky. Na začátku experimentu byl stanovený počet stimulů 60, který byl v konečném počtu 57 stimulů. Celkem bylo vybráno celkem 22 map, 15 grafů a 20 reklam. Z důvodu časové náročnosti na respondenta byl experiment po dohodě s vedoucím práce, ještě před spuštěním celého testování, zkrácen a nakombinován tak, aby nepřesáhl 10 minut. Celkový čas testování v konečném počtu nepřekročil 8 a půl minut, a to včetně časovaných fixačních křížů mezi obrázky. Během těchto minut bylo úkolem respondentů si prohlížet experiment s předem nastavenými stimuly vždy v náhodném pořadí.

### 5.2 Příprava dat

Naměřená data z programu SMI bylo nejprve potřeba převést pomocí programu smi2OGAMA verze 1.0. Data převedená pomocí nástroje smi2OGAMA bylo možné importovat do prostředí OGAMA 5.0, kde se v modulu AOI daly nad jednotlivými stimuly vytvořit oblasti zájmu. Tyto oblasti zájmu byly rozumně logicky vymezeny podle typu daného stimulu (Obr. 25). Následujícím krokem bylo data protřídit a vyřadit ty respondenty, kteří vykazovali známky špatné kalibrace. Doporučená odchylka při kalibraci u levého oka u obou os X a Y musela být hodnota menší než 1. Celkem bylo otestováno 68 lidí, přičemž 64 respondentů bylo pro tento experiment validních. Čtyři respondenti byli odebráni z dat (tři kartograficky vzdělaní a jeden student jiného oboru), aby nedocházelo ke zkreslení konečných výsledků. Jednalo se o participanta číslo 11, 29, 36 a 51. Díky dostatečnému počtu respondentů v obou skupinách byla tato odebrání ze skupin zanedbatelná.



Obr. 25 Stimuly s vyznačenými AOI

### 5.3 Výsledky ET experimentu

Výsledky eye-tracking experimentu byly rozděleny do dvou podkapitol. V první kapitole (5.3.1) byly vyhodnoceny strategie jednotlivých testovaných skupin podle počtu fixací a migrací participantů mezi AOI. Při hodnocení počtu fixací byl brán ohled na rozdílný počet participantů v jednotlivé skupině. V druhé části (5.3.2) pak byly porovnány statistické výstupy napříč skupinami participantů u vybraného stimulu a dále porovnání všech tří skupin celkově v rámci druhu stimulu (mapy, grafy, reklamy). Na závěr pro porovnání významnosti mezi skupinami byly vytvořeny dvouvýběrové Wilcoxon testy, které umožnily určit, zda je, či nikoli významný rozdíl ve strategiích mezi respondenty.

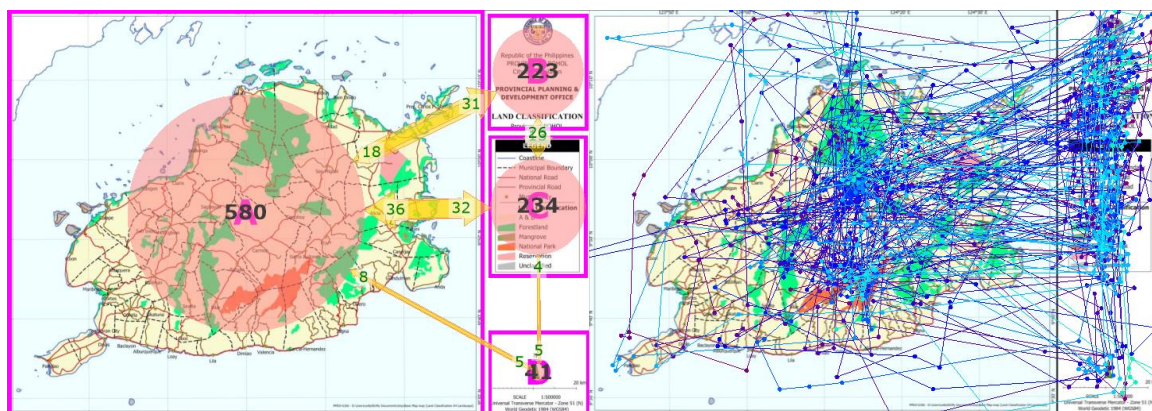
#### 5.3.1 Strategie kartografů, studentů jiných oborů a pracujících lidí

Pro vyhodnocení výsledků a stanovení strategií mezi kartografy, studenty jiných oborů (nekartografy) a pracující bylo vybráno celkem 13 stimulů. Sedm stimulů z oblasti kartografie, další tři z oblasti reklam a grafů. Na levé straně obrázku jsou vždy počty fixací, na pravé pak trajektorie pohybů očí.

Hodnocení a výsledky z experimentu daného stimulu (mapy, grafu nebo reklamy) jsou vždy seřazeny a popsány, jak daný stimul četli kartografové (dvojice obrázků s počtem fixací a trajektorií pohybu očí s odstíny modré barvy), dále pak studenti jiných oborů (počet fixací a obrázků trajektorie očí s odstíny zelené barvy) a v poslední řadě pracující lidé (počet fixací a obrázků trajektorie očí s odstíny oranžové barvy). Strategie daného stimulu je hodnocena a popsána vždy na základě počtu fixací (od největšího počtu fixací po nižší počet) a také podle frekventovanosti mezi danými oblastmi zájmu (AOI).

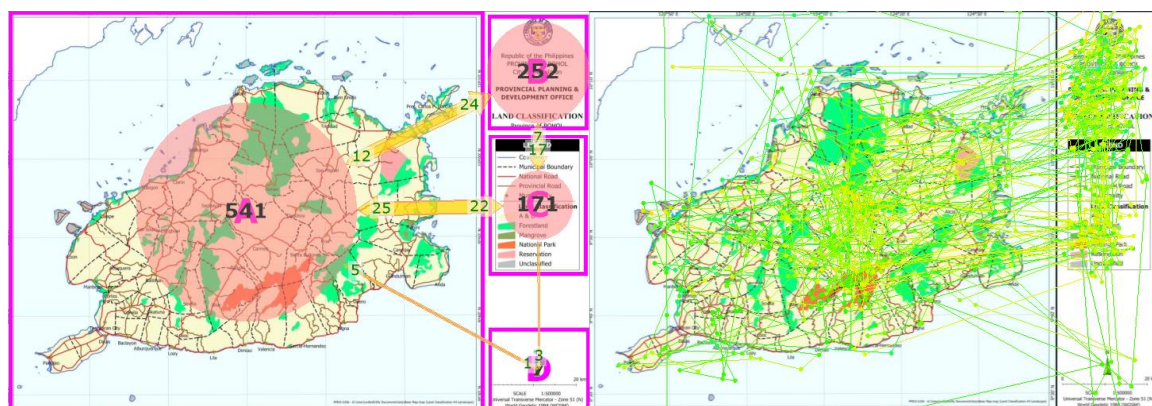
## MAPA Č. 2

**Prvním stimulem** pro hodnocení rozdílnosti strategií byla vybrána mapa č. 2. Na obrázku (Obr. 26) je vyobrazen stimul této mapy z prostředí OGAMA, kde sledovanou skupinou jsou kartografové.



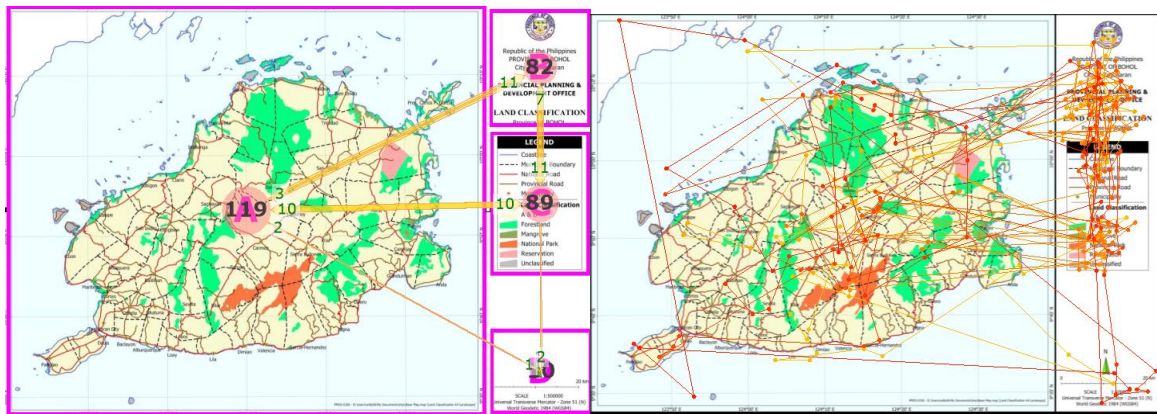
Obr. 26 Stimulus mapy č. 2 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Skupiny nemohly být porovnávány mezi sebou, jelikož každá ze skupin měla odlišný počet respondentů. Nebylo možné hodnotit skupiny podle absolutního počtu fixací. Každá skupina respondentů tedy byla hodnocena na základě poměru počtu fixací u daných AOI. AOI podle počtu fixací u skupiny kartografů (Obr. 26) a pracujících (Obr. 27) byly následující: mapa (A), legenda (C) a titul (B). Studenti jiných oborů se podle počtu fixací nejvíce zaměřili na oblast mapy (A), na titul (B) a legendu (C).



Obr. 27 Stimulus mapy č. 2 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Podle analýzy ScanGraph se většina ze skupiny kartografů (23 respondentů) nejdříve podívala do mapy (A) a poté na titul (B). Méně respondentů se nejprve podívalo na mapu (A) a poté na legendu (C) (8 respondentů). Ze skupiny studentů jiných oborů se nejvíce respondentů (18) nejprve podívalo na mapu (A) a poté na titul (B). U skupiny pracujících lidí je strategie čtení prvních dvou AOI stejná, jako u předešlých skupin.

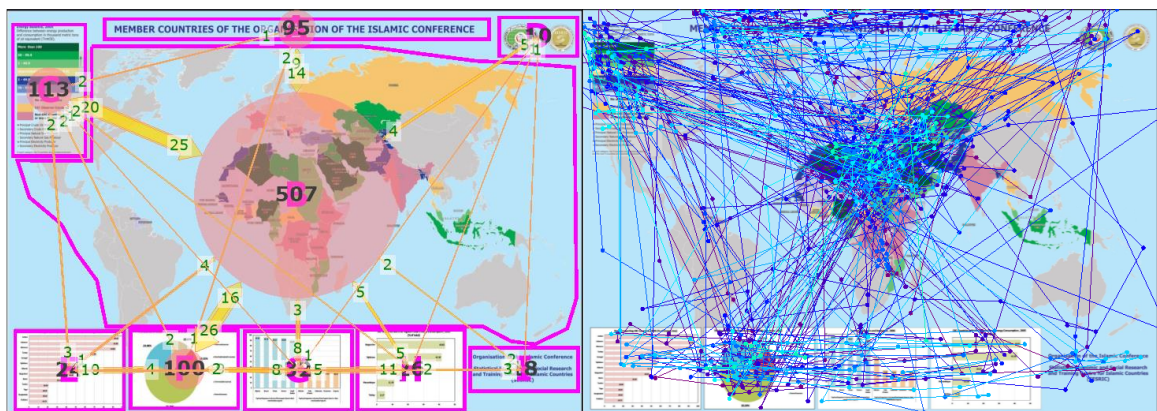


Obr. 28 Stimulus mapy č. 2 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Řetězce daného stimulu (mapy č. 2) byly získány z nástroje ScanGraph a poté vyexportovány do tabulky (zkrácené řetězce „collapsed“). V tabulce byl vypočten průměrný počet znaků v řetězci a také minimální a maximální počet znaků v řetězci. Skupina pracujících lidí měla největší průměrný počet znaků v řetězci (9 znaků). Dále pak skupina kartografů měla průměrně 8 znaků v řetězci. Nejméně měla skupina studentů jiných oborů, kde průměrný počet znaků byl 6. Co se týče maximálního počtu znaků v řetězci měly obě skupiny (studenti jiných oborů a pracující lidé) po 12 znacích. Kartografové měli o znak méně. Nejméně znaků v řetězci (pouze 1 znak) bylo ve skupině studentů jiných oborů. U kartografů se našly 3 znaky v řetězci. Ve skupině pracujících lidí se vyskytly nejméně 4 znaky v řetězci.

## MAPA Č. 12

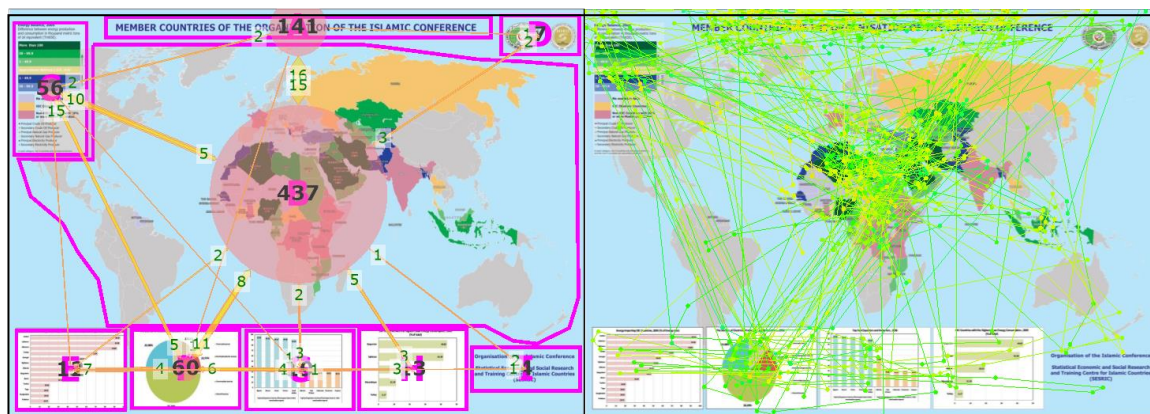
**Druhým stimulem** byla mapa č. 12. Na obrázku (Obr. 29) vlevo lze vidět počet fixací kartografů a vpravo obrázku, jak daný stimul sledovali. Při porovnání rozdílů mezi kartografy a studenty jiných oborů (Obr. 30) se studenti více zaměřuje na titul mapy (A), ale méně na oblast tiráže (I) a dvou log umístěných v pravé horní části mapy (D).



Obr. 29 Stimulus mapy č. 12 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

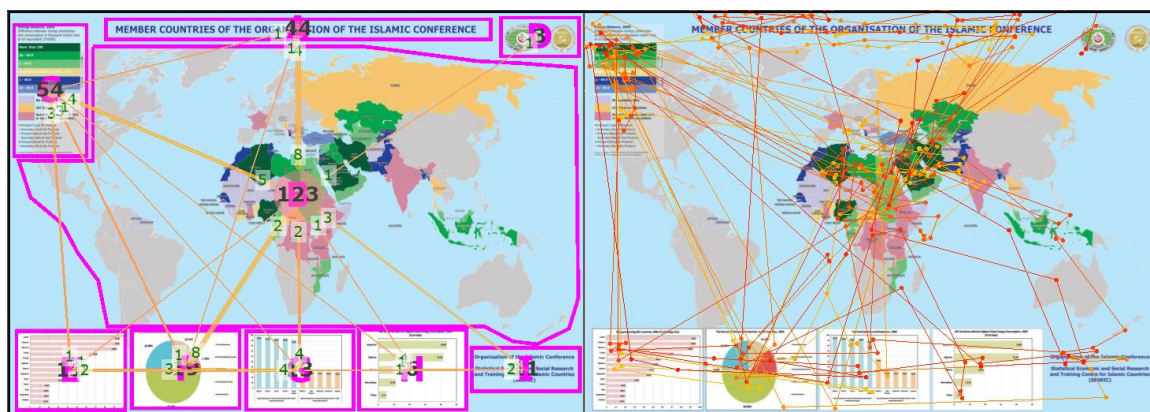
Podle počtu fixací kartografové nejvíce sledovali oblast mapy (B), legendu (C), kruhový výšečový graf (F) a titul mapy (A). Studenti jiných oborů nejvíce sledovali mapu (B), titul mapy (A), kruhový výšečový graf (F) a legendu (C). Pracující lidé podle počtu fixací nejvíce sledovali mapu (B), legendu (C), titul mapy (A) a kruhový výšečový graf (F).





Obr. 30 Stimulus mapy č. 12 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Podle vyexportovaných řetězců z nástroje ScanGraph bylo zjištěno, že nejvíce kartografů (14 respondentů) si první prohlíželo mapu (B) a poté titul (A). Méně kartografů (8) si prohlíželo první mapu (B) a výsečový diagram (F). Ještě méně kartografů (6) se prvně zaměřilo na čtení mapy (B) a legendy (C). Ostatní skupiny jsou ve strategii čtení tohoto stimulu podobné.

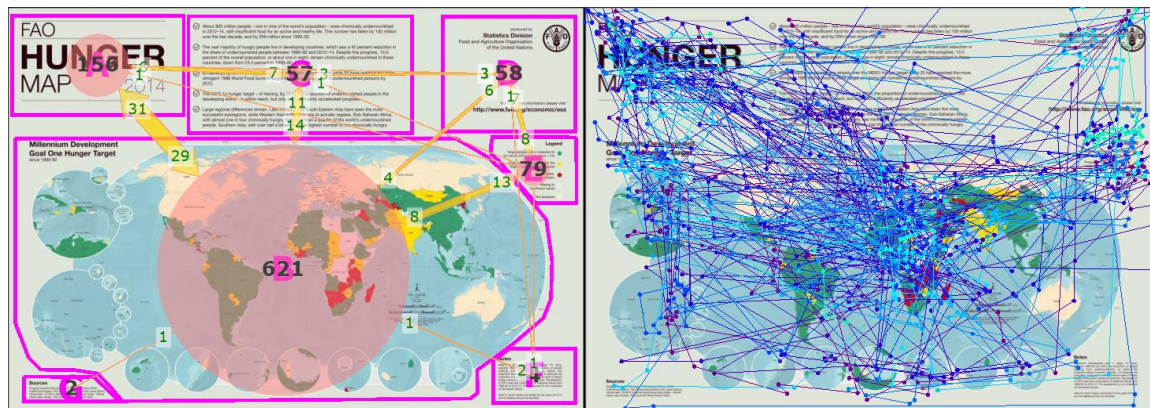


Obr. 31 Stimulus mapy č. 12 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Řetězce mapy č. 12 byly získány z nástroje ScanGraph a poté vyexportovány do tabulky (zkrácené řetězce „collapsed“). V tabulce byl vypočten průměrný počet znaků v řetězci a také minimální a maximální počet znaků v řetězci. Skupina pracujících lidí měla největší průměrný počet znaků v řetězci (11 znaků). Dále pak skupina kartografů měla průměrně 10 znaků v řetězci. Nejméně měla skupina studentů jiných oborů, kde průměrný počet znaků byl 8 znaků. Co se týče maximálního počtu znaků v řetězci měly obě skupiny (kartografové a pracující lidé) po 17 znacích. Ve skupině studentů jiných oborů bylo nejvíce 19 znaků v řetězci. Nejméně znaků v řetězci se vyskytlo u skupiny studentů jiných oborů (2 znaky v řetězci). O znak více bylo zjištěno ve skupině kartografů. U pracujících lidí byl zjištěn nejmenší počet znaků v řetězci (7 znaků).

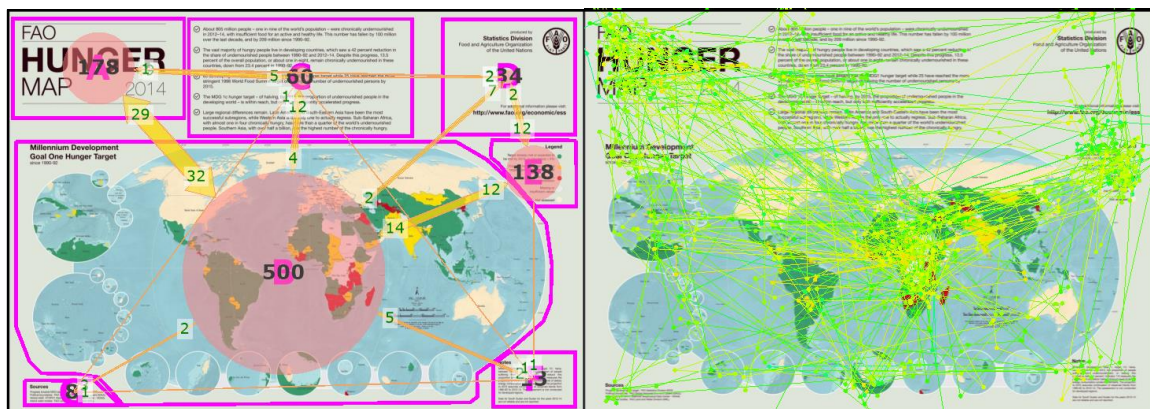
## MAPA Č. 13

**Třetím stimulem** byla mapa č. 13. Na první pohled je zřejmé, že kartografové (Obr. 32) nejvíce sledovali oblast mapy. Studenti jiných oborů (Obr. 33) se oproti kartografům (Obr. 32) a pracujícím (Obr.34) dívají kromě oblasti mapy více do titulu mapy (A) a do legendy (oblast E). Více fixací se předpokládalo u skupiny kartografů.



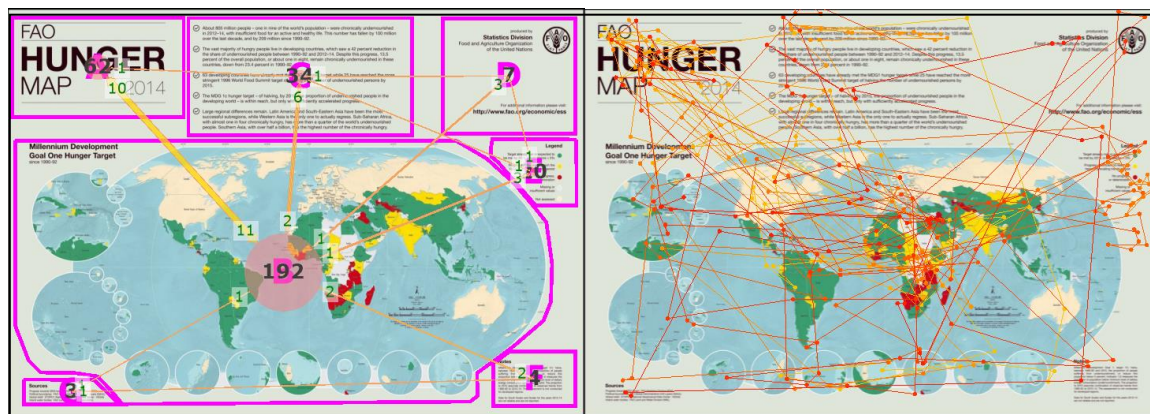
Obr. 32 Stimulus mapy č. 13 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Podle počtu fixací kartografové (Obr. 32) nejvíce sledovali oblast mapy (B), název mapy (A), legendu (E) a logo FAO s textem (D). Studenti jiných oborů (Obr. 33) se nejvíce zaměřili na oblast mapy (B), název mapy (A), legendu (E) a text nad mapou (C). Pracující lidé (Obr. 34) nejvíce setrvali v mapě (B), jejím názvu (A), v textu (C) a v legendě (E).



Obr. 33 Stimulus mapy č. 13 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Pomocí řetězců převzatých ze ScanGraph bylo zjištěno, že všechny skupiny měly stejnou strategii čtení prvních dvou AOI (mapa-B, titul-A).

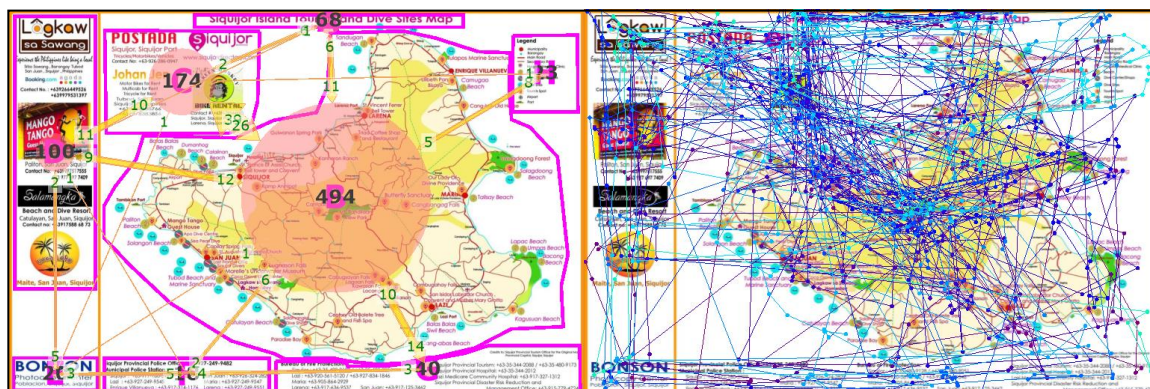


Obr. 34 Stimulus mapy č. 13 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Z mapy č. 13 byly získány řetězce pomocí nástroje ScanGraph. Dále byly vyexportovány do tabulky, kde byla spočítána průměrná hodnota počtu znaků v řetězci, minimální a maximální počet znaků v řetězci dané skupiny. Největší průměrný počet znaků v řetězci se vyskytl u skupiny pracujících lidí a u studentů jiných oborů (8 znaků v řetězci). Kartografové měli průměrně 7 znaků v řetězci. Největší počet znaků byl zaznamenán u kartografů a studentů jiných oborů (13 znaků). Ve skupince pracujících lidí se objevil největší počet znaků 10 písmen. Co se týče nejmenšího počtu znaků v řetězci (1 znak), tak se objevil u skupiny kartografů. Studenti jiných oborů a pracující lidé měli nejméně znaků v řetězci (4 znaky).

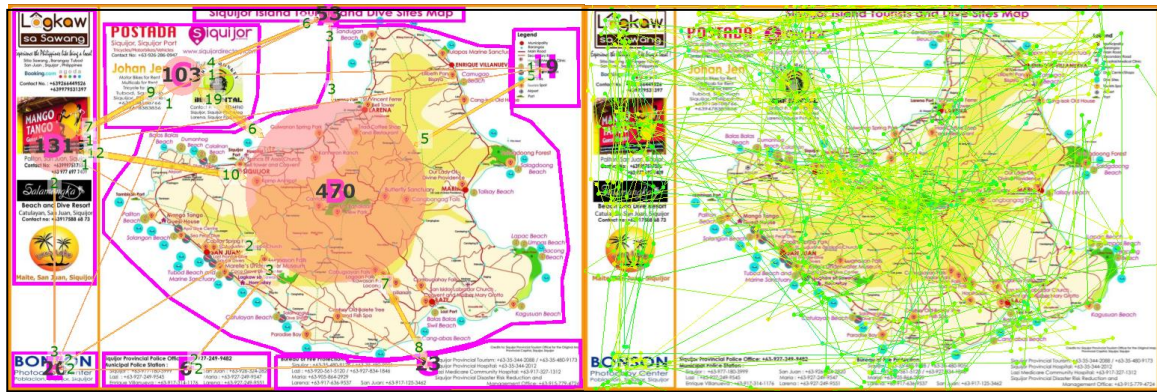
## MAPA Č. 14

**Čtvrtým stimulem byla** mapa č. 14. Na obrázku (Obr. 35) je vyobrazen stimul mapy pro kartografy. V porovnání se všemi třemi skupinami (Obr. 36 a Obr. 37) se počty fixací nijak výrazně mezi sebou neliší (poměrově). Rozdílně se na tuto mapu dívali studenti jiných oborů, kteří se dívali proti dvou zbylým skupinám do oblasti reklamy (oblast D).



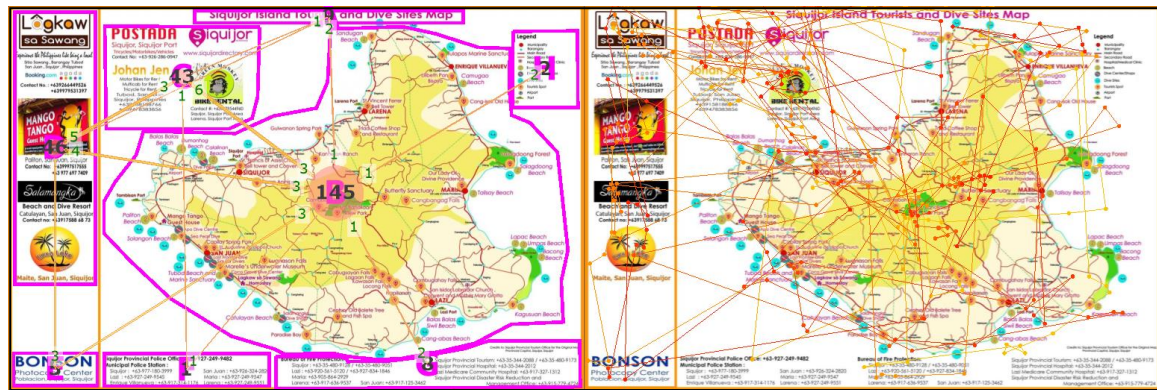
Obr. 35 Stimulus mapy č. 14 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Podle počtu fixací se kartografové (Obr. 35) nejvíce zaměřovali na mapu (B), reklamu (C) a reklamu (D). Studenti jiných oborů (Obr. 36) a pracující lidé (Obr. 37) nejvíce fixovali mapu (B), reklamu (D) a reklamu (C).



Obr. 36 Stimulus mapy č. 14 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

V tomto případě bylo zjištěno (pomocí ScanGraph), že kartografové (14 respondentů) se nejvíce dívalo v pořadí mapa (B) a reklama (C), dále pak sledovali mapu (B) a titul (A). Studenti jiných oborů měli nejčastější strategii stejnou jako kartografové (BC), ale druhou nejčastější strategii bylo mapa (B) a reklama (D). Pracující lidé měli nejčastější strategii mapa (B) a reklama (C).

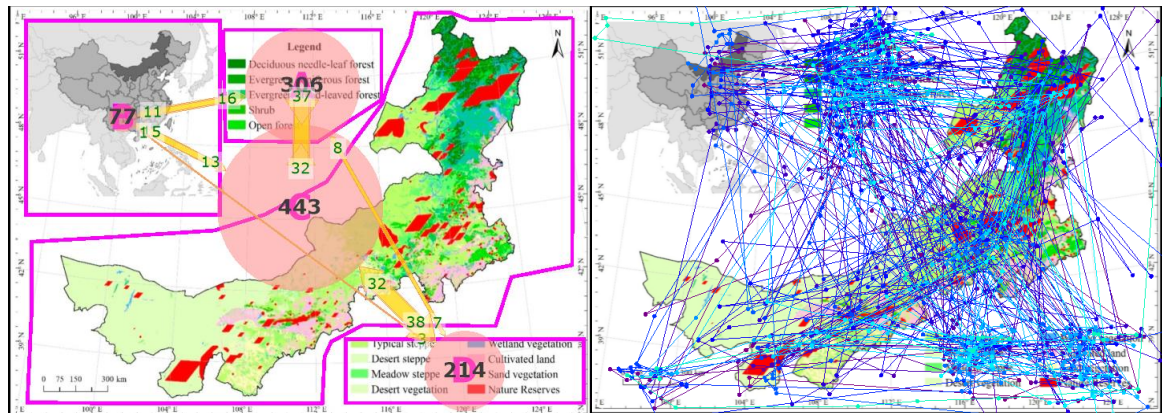


Obr. 37 Stimulus mapy č. 14 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Pomocí nástroje ScanGraph byly z mapy č. 14 získány řetězce jednotlivých skupin. Následně byly tyto řetězce vyexportovány do tabulky, kde byly vypočteny hodnoty průměrné délky řetězce, minimální délky a maximální délky řetězce. Největší průměrný počet znaků měli kartografové (9 znaků). Dále pak skupina pracujících lidí, která měla průměrně 8 znaků v řetězci. Studenti jiných oborů měli průměrně 7 znaků. Největší počet znaků bylo zaznamenáno u skupiny studentů jiných oborů (17 znaků), méně pak u kartografů (15 znaků) a nejméně u pracujících lidí (13 znaků). Co se týče nejmenšího počtu znaků v řetězci (1 znak), tak se objevil u skupiny kartografů a studentů jiných oborů. Ve skupině pracujících lidí byl minimální počet znaků 4 znaky v řetězci.

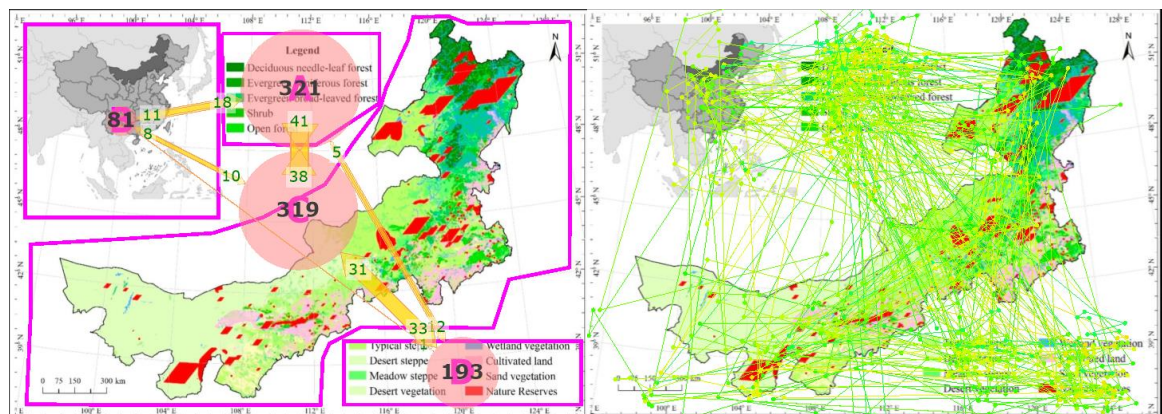
## MAPA Č. 17

**Pátým stimulem** byla mapa č. 17. Jak mapu četli kartografové je zobrazeno na obrázku (Obr. 38), nekartografové (studenti jiných oborů) na obrázku (Obr. 39) a jak četla mapu poslední skupina pracujících na obrázku číslo 40 (Obr. 40).



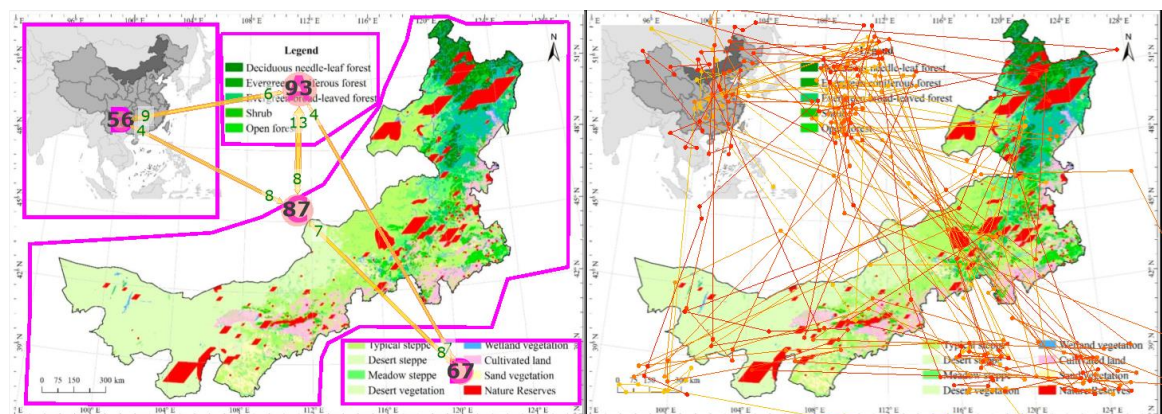
Obr. 38 Stimulus mapy č. 17 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Kartografové (Obr. 38) nejvíce migrovali (podle počtu fixací) mezi mapou C, legendou A a legendou D. Nekartografové (studenti) (Obr. 39) a pracující (Obr. 40) se více dívali do legendy (A) než do mapy (C). Kartografové se více dívali do mapy (C).



Obr. 39 Stimulus mapy č. 17 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Podle vyexportovaných řetězců z nástroje ScanGraph se kartografové a studenti jiných oborů se nejčastěji dívali do mapy (C) a legendy (A). Totéž platí i u pracujících lidí. V této mapě není ve strategiích významný rozdíl.

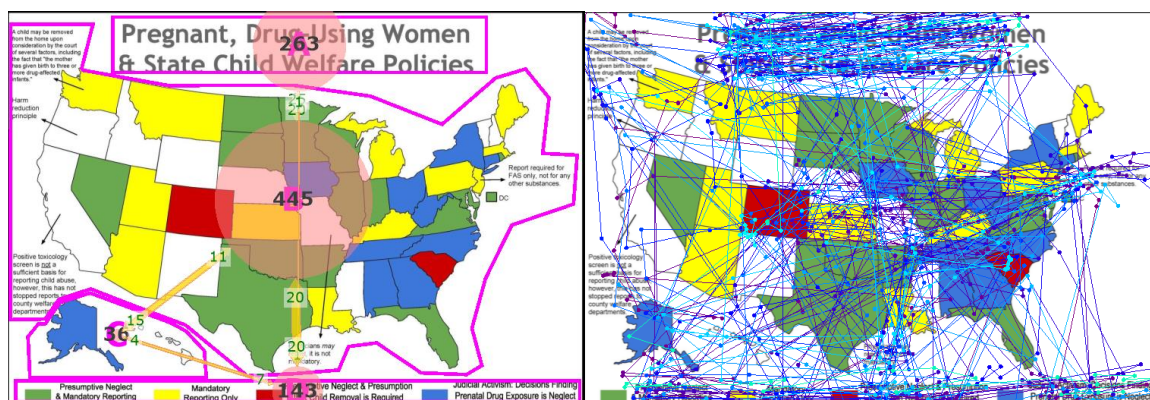


Obr. 40 Stimulus mapy č. 17 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Řetězce daného stimulu (mapy č. 17) byly získány z nástroje ScanGraph a poté vyexportovány do tabulky (zkrácené řetězce „collapsed“). V tabulce byl vypočten průměrný počet znaků v řetězci a také minimální a maximální počet znaků v řetězci. Skupina pracujících lidí měla největší průměrný počet znaků v řetězci (11 znaků). Dále pak skupina studentů jiných oborů měla průměrně 10 znaků v řetězci. Nejméně měla skupina kartografů, kde průměrný počet znaků byl 9. Co se týče maximálního počtu znaků v řetězci měla skupina studentů jiných oborů po 18 znacích. Kartografové měli o znak méně. O dva znaky méně, než kartografové měla skupina pracujících lidí (15 znaků). Ve skupině pracujících lidí se našel nejmenší počet znaků v řetězci (8 znaků). Každá ze skupin (kartografové a studenti jiných oborů) měla v řetězci nejméně 4 znaky.

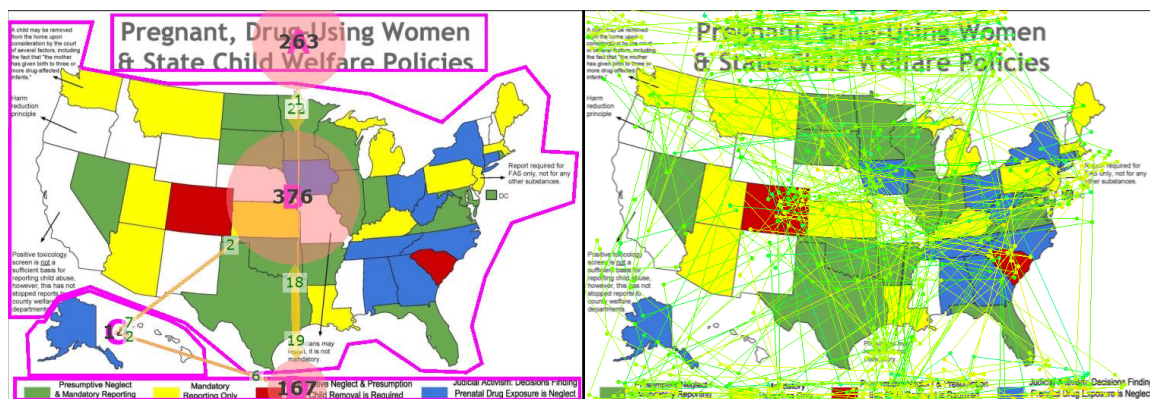
## MAPA Č. 19

**Šestým stimulem** byla mapa č. 19. Obrázek (Obr. 41) poskytuje informace o čtení této mapy skupinou kartografů. Na obrázcích (Obr. 42) a 43 (Obr. 43) pak skupinou nekartografů (studentů) a pracujícími lidmi. Nekartografové (studenti) a kartografové mají stejný počet fixací v titulu mapy. Skupina tvořící studenty jiných oborů se nejvíce zaměřila do oblasti legendy (D) v porovnání s kartografy, kteří více sledovali Aljašku (C).



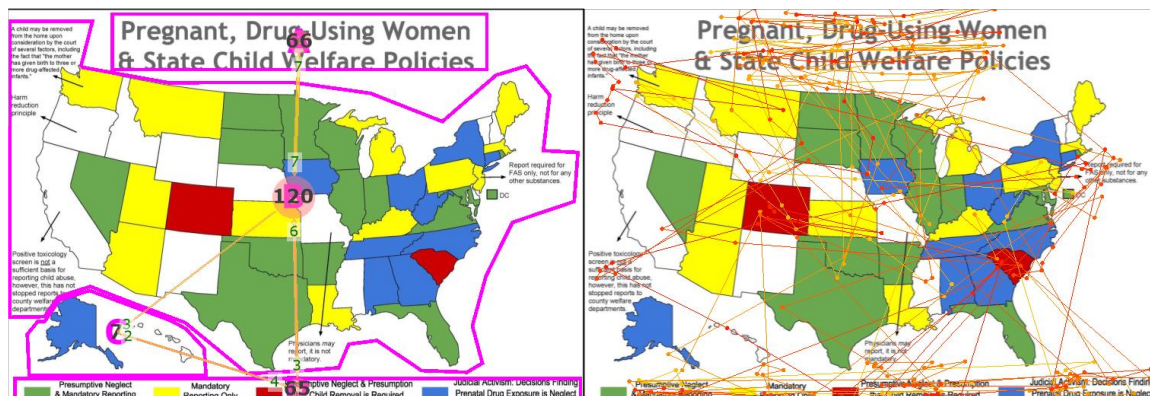
Obr. 41 Stimulus mapy č. 19 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Ve srovnání počtu fixací kartografové (Obr. 41) i studenti jiných oborů (Obr. 42) se nejvíce zaměřili na mapu (B), titul mapy (A) a legendu (D). Stejný případ tvoří i skupina pracujících lidí (Obr. 43).



Obr. 42 Stimulus mapy č. 19 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Participantů všech tří skupin (na základě ScanGraph) se první dívali do mapy (B) a dále pak do titulu (A). Druhou nejčastější strategií byl pohled do mapy (B) a legendy (D). Nikdo z pracujících lidí neměl tuhle zvolenou strategii.

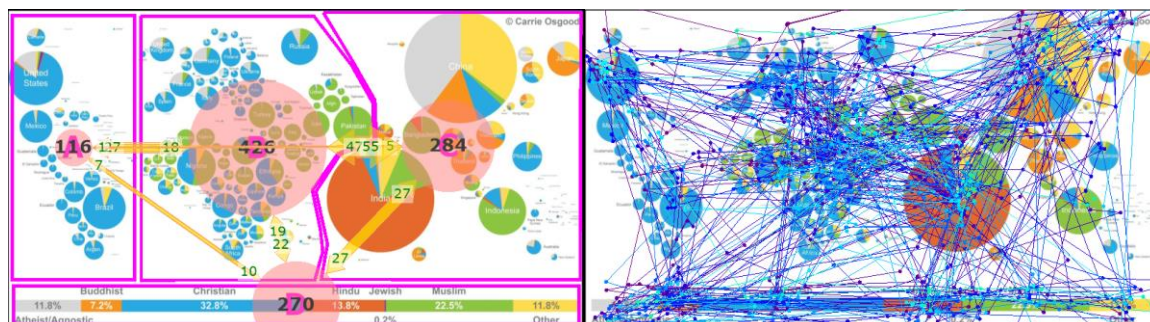


Obr. 43 Stimulus mapy č. 19 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Z mapy č. 19 byly získány řetězce pomocí nástroje ScanGraph. Dále byly vyexportovány do tabulky, kde byla spočítána průměrná hodnota počtu znaků, minimální a maximální počet znaků v dané skupině. Největší průměrný počet znaků v řetězci se vyskytl u skupiny pracujících lidí (7 znaků v řetězci). Kartografové a studenti jiných oborů měli průměrně 6 znaků v řetězci. Největší maximální počet znaků byl zaznamenán u kartografů (11 znaků). Ve skupince pracujících lidí a studentů jiných oborů se objevil největší počet znaků (9 znaků). Co se týče minimálního počtu znaků v řetězci (2 znaky), tak se objevil u skupiny kartografů. Studenti jiných oborů měli minimální počet znaků v řetězci (3 znaky). U skupiny pracujících lidí byl minimální počet znaků v řetězci o 5 znacích.

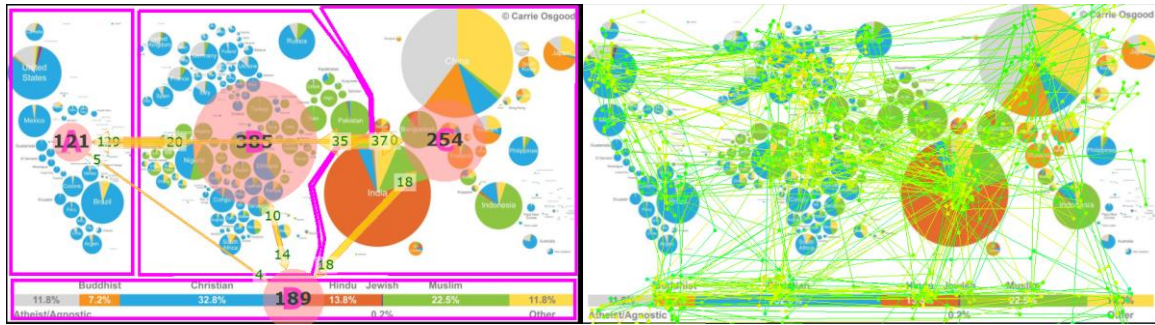
## MAPA Č. 22

**Sedmým stimulem** byla mapa č. 22. Na této mapě lze z jednotlivých obrázků pozorovat rozdíly mezi skupinami kartografů (Obr. 44), studentů jiných oborů (Obr. 45) a pracujících lidí (Obr.46).



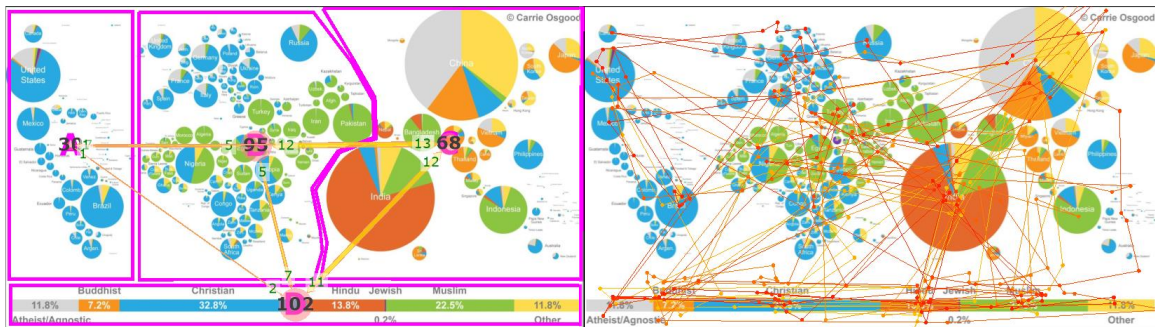
Obr. 44 Stimulus mapy č. 22 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Kartografy (Obr. 44) i nekartografy (studenty jiných oborů) (Obr. 45) nejvíce zaujala prostřední část mapy (Evropa+Afrika) tvořená z kruhových diagramů, poté oblast C s velkými kruhovými diagramy, které vyjadřovaly oblast Číny, Indie a Tichomoří. Pracující (Obr. 46) měli nejvíce fixací v oblasti legendy, která se nacházela v dolní části mapy, poté v oblasti Evropy+Afriky a nakonec v oblasti Číny a Indie.



Obr. 45 Stimulus mapy č. 22 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Co se týče strategie (ze ScanGraph) všechny tři skupiny, kartografové (Obr. 44), studenti jiných oborů (Obr. 45) i pracující lidé (Obr. 46) nejvíce migrovali mezi oblastmi BCBD. Jinou možnou strategií se vyznačovali pouze kartografové (2 respondenti), kteří se dívali první do oblasti C a poté do oblasti B.



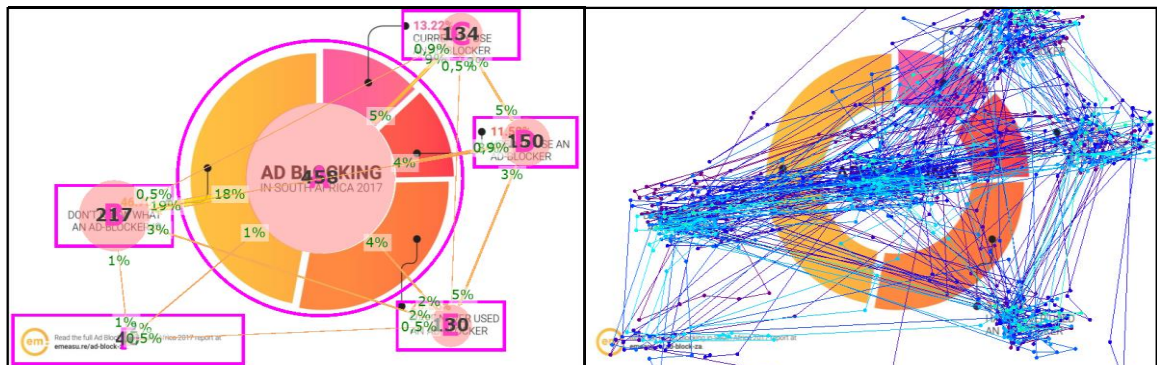
Obr. 46 Stimulus mapy č. 22 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Řetězce daného stimulu (mapy č. 22) byly získány z nástroje ScanGraph a poté vyexportovány do tabulky (zkrácené řetězce „collapsed“). V tabulce byl vypočten průměrný počet znaků v řetězci a také minimální a maximální počet znaků v řetězci. Skupina pracujících lidí měla největší průměrný počet znaků v řetězci (11 znaků). Dále pak skupina kartografů měla také průměrně 11 znaků v řetězci. Nejméně měla skupina studentů jiných oborů, kde průměrný počet znaků byl 10. Co se týče maximálního počtu znaků v řetězci měla skupina kartografů 17 znaků. Studenti jiných oborů a pracující lidé po 16 znacích. Minimální počet znaků v řetězci (5 znaků) měla skupina studentů jiných oborů. U kartografů bylo minimum zjištěno na 6 znaků. O znak více měla skupina pracujících lidí (minimum 7 znaků v řetězci).



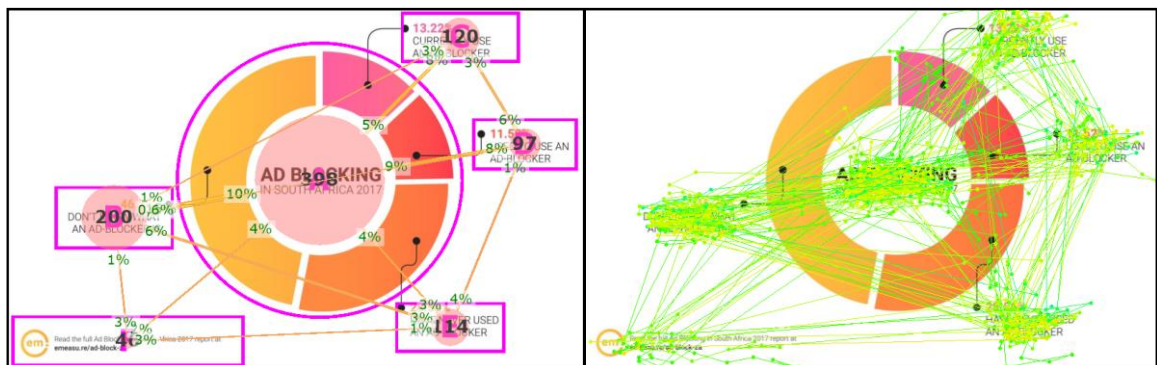
## GRAF Č. 2

**Osmým stimulem** byl graf č. 2. Pro porovnání jednotlivých skupin byly vytvořeny obrázky s počtem fixací a trajektoriemi očí. Na obrázku (Obr. 47) lze vidět počet fixací u skupiny kartografů.



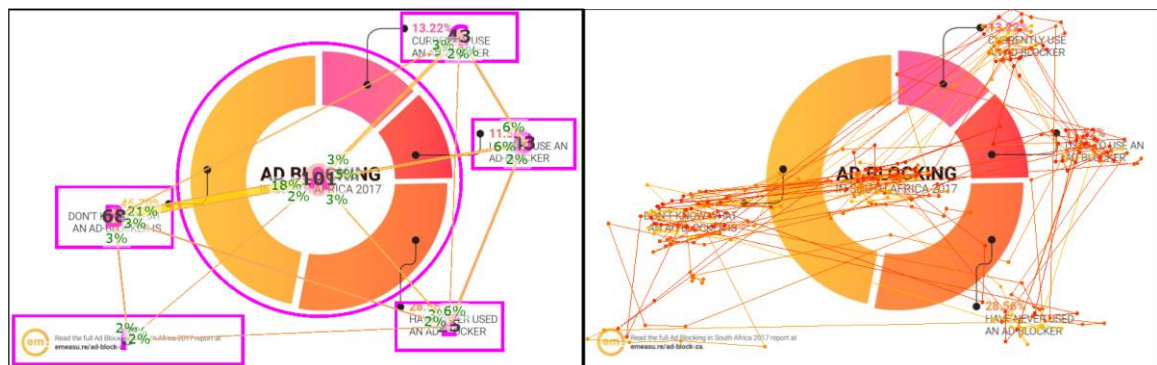
Obr. 47 Stimulus grafu č. 2 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Na základě počtu fixací se kartografové nejvíce dívali na kruhový diagram (oblast A) a dále pak na texty (oblasti BDCEF). Nekartografové (studenti) se podle počtu fixací (Obr.48) nejvíce dívali na kruhový diagram (oblast A) a také na texty (BCDEF). Pracující (Obr. 49) se na základě počtu fixací nejvíce zaměřili na kruhový diagram (oblast A) a texty (oblasti BCDEF).



Obr. 48 Stimulus grafu č. 2 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Vezmeme-li v potaz strategii (z nástroje ScanGraph), tak kartografové (Ob. 47) se nejvíce pohybovali v oblastech kruhového diagramu (oblast A) a v oblasti textu (B). Nekartografové (studenti) (Obr. 48) a pracující lidé (Obr. 49) také nejvíce sledovali jako první diagram (A) a text (B). Lze říci , že rozdíl mezi skupinami je minimální.

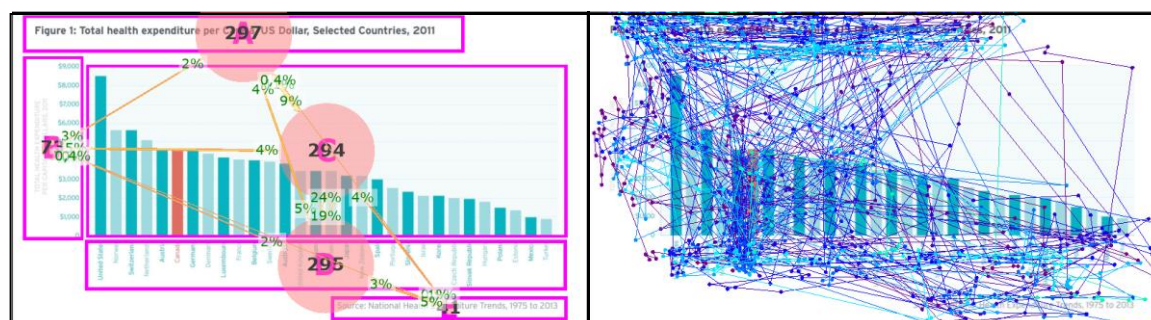


Obr. 49 Stimulus grafu č. 2 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Pomocí nástroje ScanGraph byly z grafu č. 2 získány řetězce jednotlivých skupin. Následně byly tyto řetězce vyexportovány do tabulky, kde byly vypočteny hodnoty průměrné délky řetězce, minimální délky a maximální délky řetězce. Největší průměrný počet znaků měli pracující lidé (11 znaků). Dále pak skupina kartografů, která měla průměrně 10 znaků v řetězci. Studenti jiných oborů měli průměrně 9 znaků. Maximální počet znaků bylo zaznamenáno u skupiny studentů jiných oborů (19 znaků), méně pak u kartografů (15 znaků) a nejméně u pracujících lidí (14 znaků). Co se týče minimálního počtu znaků v řetězci (3 znaky), tak se objevil u skupiny studentů jiných oborů. Ve skupině kartografů byl minimální počet 5 znaků v řetězci. Pracující lidé měli minimum o 6 znacích v řetězci.

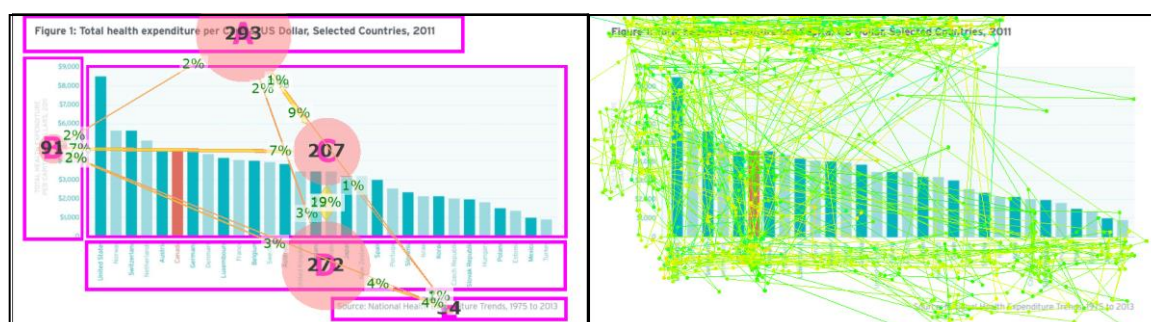
## GRAF Č. 7

**Devátým stimulem** byl graf č. 7. Tento graf byl prohlížen jak kartografy (Obr. 50), tak i skupinou studentů jiných oborů (Obr. 51) a pracujících lidí (Obr. 52). V každém z obrázků lze nalézt počet fixací a trajektorie pohybů očí.



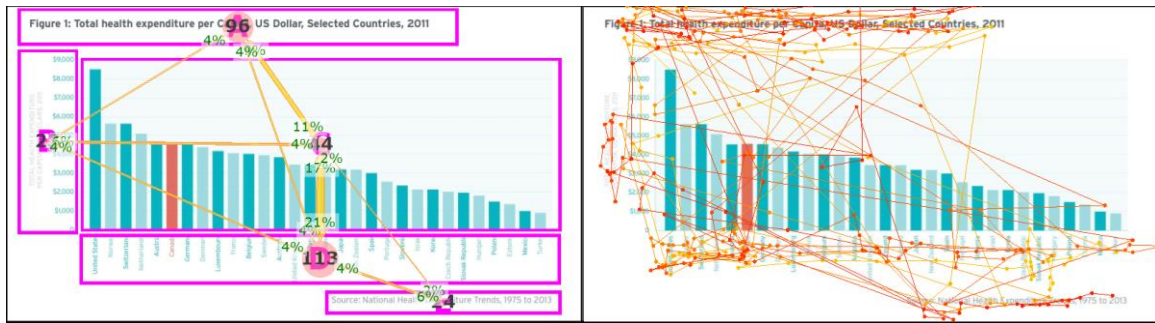
Obr. 50 Stimulus grafu č. 7 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

V porovnání se kartografové a studenti jiných oborů dívali více do titulu grafu (oblast A) než pracující, kteří se zaměřili více na popis grafu (oblast D). Podle počtu fixací kartografové (Obr. 50) i studenti jiných oborů (Obr. 51) nejvíce sledovali oblasti ADC, kdežto pracující lidé (Obr.52) oblasti DAC.



Obr. 51 Stimulus grafu č. 7 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Z analýzy ScanGraph bylo zjištěno, že všechny skupiny (kartografové (Obr. 50), nekartografové (Obr. 51) i pracující lidé (Obr. 52)) se nejprve podívali do oblasti grafu (C) a poté do titulu grafu (A). Další méně častá strategie u kartografů byla do oblasti grafu (C) (8 respondentů) poté do oblasti popisků grafu (D). Stejnou strategii následovala i skupina studentů jiných oborů (5 respondentů).

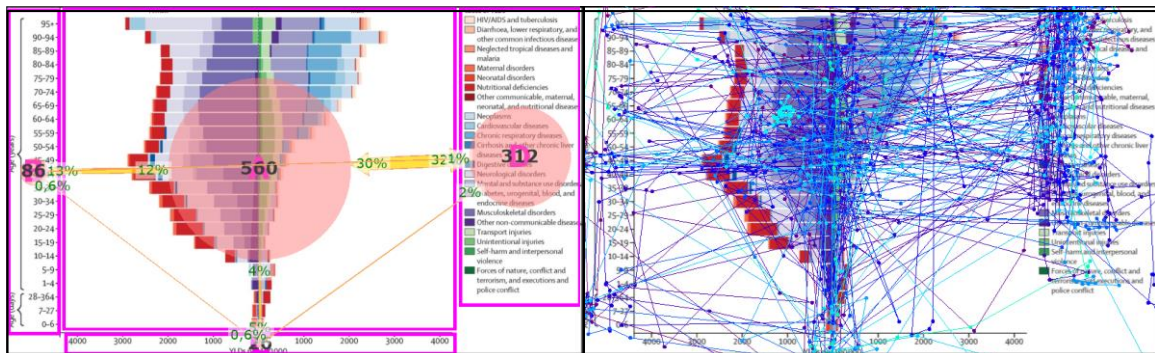


Obr. 52 Stimulus grafu č. 7 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Z grafu č. 7 byly získány řetězce pomocí nástroje ScanGraph. Dále byly vyexportovány do tabulky, kde byla spočítána průměrná hodnota počtu znaků, minimální a maximální počet znaků v dané skupině. Největší průměrný počet znaků v řetězci se vyskytl u skupin kartografů a studentů jiných oborů (10 znaků v řetězci). Pracující lidé měli průměrně 9 znaků v řetězci. Největší maximální počet znaků byl zaznamenán u kartografů (19 znaků). Ve skupince studentů jiných oborů se objevil největší počet znaků (14 znaků), u skupiny pracujících lidí 13 znaků v řetězci. Co se týče minimálního počtu znaků v řetězci (3 znaky), tak se objevil u skupiny kartografů. Studenti jiných oborů měli minimální počet znaků v řetězci 6 znaků. U skupiny pracujících lidí byl minimální počet znaků v řetězci o 4 znacích.

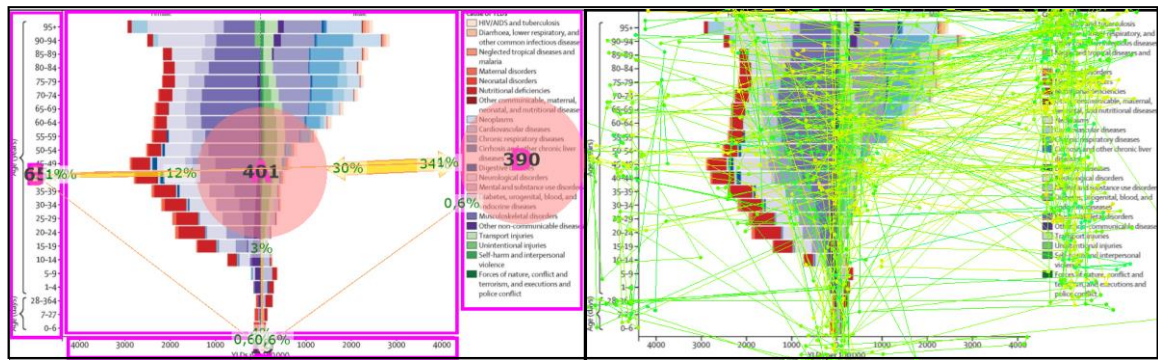
## GRAF Č. 15

**Desátým stimulem** byl graf č. 15. Na obrázku (Obr. 53) lze vidět, jak si daný graf prohlíželi kartografové. Na druhém a třetím obrázku, jak byl graf prohlížen studenty jiných oborů (Obr. 54) a pracujícími lidmi (Obr. 55).



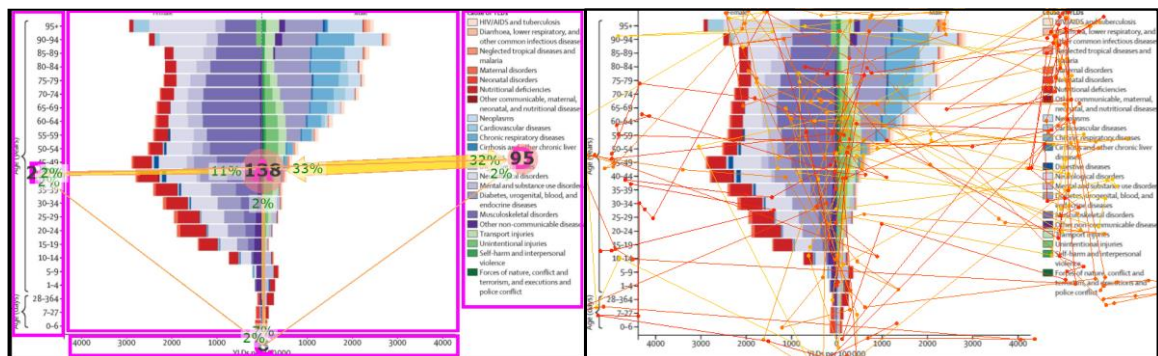
Obr. 53 Stimulus grafu č. 15 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Podle počtu fixací se kartografové (Obr. 53) dívali nejvíce na oblast grafu (oblast A), dále na legendu (oblast D) a na osu grafu y s intervaly jednotlivých věkových skupin (oblast B). Studenti jiných oborů (Obr. 54) a pracující lidé (Obr. 55) se podle počtu fixací také nejvíce dívali na oblasti ADB. Podle poměru fixací ve studovaném stimulu se studenti jiných oborů oproti kartografům dívali více do legendy (v počtu fixací).



Obr. 54 Stimulus grafu č. 15 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Co se týče strategie (ze ScanGraph) kartografové se nejprve podívali do oblasti grafu (A) a poté do legendy (D). Nekartografové se dívali stejně (15 respondentů), ale druhou nejčastější strategií byl pohled první do oblasti grafu (A) a poté do stupnice s věkovým rozmezím (B).



Obr. 55 Stimulus grafu č. 15 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Řetězce daného stimulu (grafu č. 15) byly získány z nástroje ScanGraph a poté vyexportovány do tabulky (zkrácené řetězce „collapsed“). V tabulce byl vypočten průměrný počet znaků v řetězci a také minimální a maximální počet znaků v řetězci. Skupina pracujících lidí měla největší průměrný počet znaků v řetězci (10 znaků). Dále pak skupina studentů jiných oborů, ta měla průměrně 8 znaků v řetězci. Nejméně měla skupina kartografů, kde průměrný počet znaků byl 7. Co se týče maximálního počtu znaků v řetězci měla skupina pracujících lidí 16 znaků. Studenti jiných oborů společně s kartografy měli po 15 znacích v řetězci. Minimální počet znaků v řetězci (3 znaky) měla skupina studentů jiných oborů a skupina kartografů. U skupiny pracujících lidí bylo minimum zjištěno na 4 znaky v řetězci.

## REKLAMA Č. 2

**Jedenáctým stimulem** byla reklama č. 2. Ze stimulu reklamy lze z jednotlivých obrázků pozorovat rozdíly mezi skupinami kartografů (Obr. 56), studentů jiných oborů (Obr. 57) a pracujících lidí (Obr.58).



Obr. 56 Stimulus reklamy č. 2 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Na základě počtu fixací se kartografové (Obr. 56) i studenti jiných oborů (Obr. 57) dívali nejvíce na nadpis (oblast B), oblast auta (oblast A) a logo (oblast C). V porovnání poměru mezi fixacemi se studenti jiných oborů na rozdíl od kartografů dívali více do nadpisu (oblast B). Pracující lidé (Obr. 58) se podle počtu fixací nejvíce dívali na nadpis (oblast B), auto (oblast A) a logo (oblast C). Pouze čtyři lidé se podívali do oblasti D.



Obr. 57 Stimulus reklamy č. 2 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Při porovnání strategií (ze ScanGraph) kartografové (25 respondentů), nekartografové (23 respondentů) i pracující lidé (6 respondentů) nejčastěji sledovali nadpis (oblast B) a dále pak oblast auta (oblast A). Strategie jsou u kartografů, studentů jiných oborů a pracujících lidí téměř stejné. Odlišní byli 2 respondenti ze skupiny kartografů, kteří se dívali pouze na oblast auta (A).

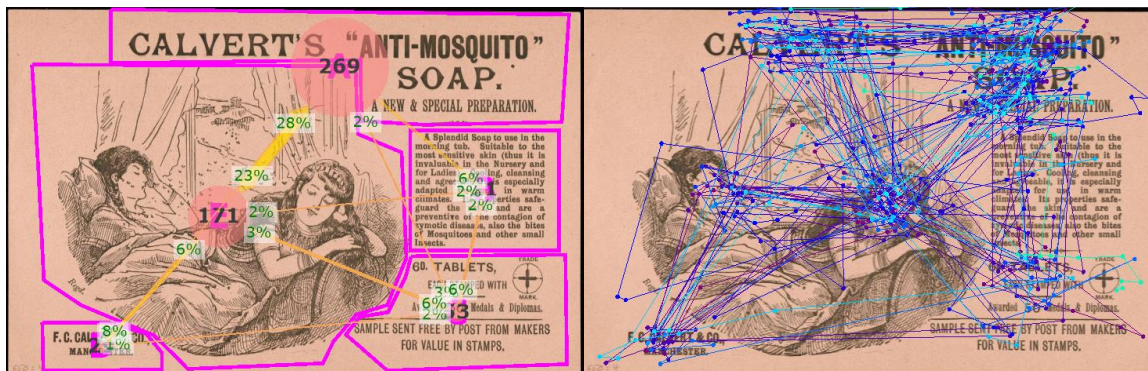


Obr. 58 Stimulus reklamy č. 2 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Pomocí nástroje ScanGraph byly z reklamy č. 2 získány řetězce jednotlivých skupin. Následně byly tyto řetězce vyexportovány do tabulky, kde byly vypočteny hodnoty průměrné délky řetězce, minimální délky a maximální délky řetězce. Největší průměrný počet znaků měli pracující lidé (5 znaků). Dále pak skupina kartografů a skupina studentů jiných oborů, které měly průměrně 4 znaky v řetězci. Maximální počet znaků byl zaznamenán u skupiny pracujících lidí (9 znaků), méně pak u kartografů a studentů jiných oborů (8 znaků). Co se týče minimálního počtu znaků v řetězci (2 znaky), tak se objevil u skupiny studentů jiných oborů a pracujících lidí. Ve skupině kartografů byl minimální počet 1 znak v řetězci.

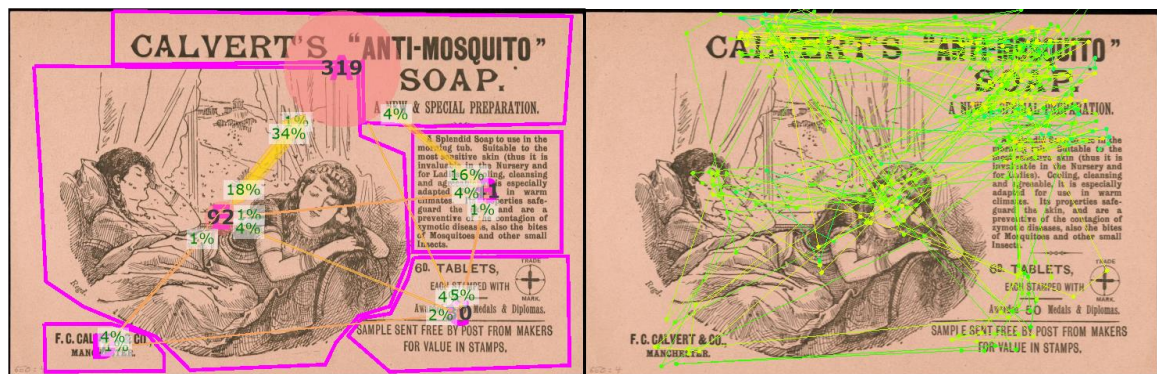
## REKLAMA Č. 6

**Dvanáctým stimulem** byla reklama č. 6. Tato reklama byla prohlížena jak kartografy (Obr. 59), skupinou studentů jiných oborů (Obr. 60), tak i skupinou pracujících lidí (Obr. 61). V každém z obrázků lze nalézt počet fixací a trajektorie pohybů očí.



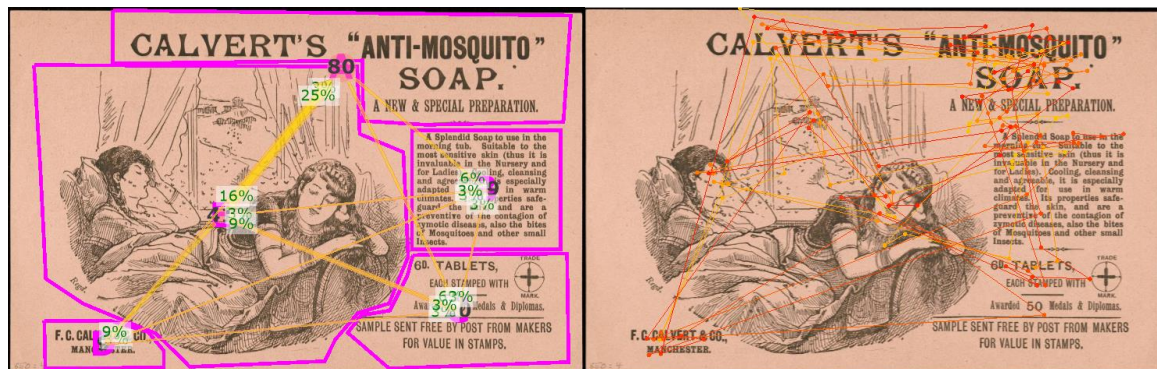
Obr. 59 Stimulus reklamy č. 6 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

V porovnání počtu fixací kartografové (Obr. 59) nejvíce navštívili oblast titulu reklamy (oblast A), obrázek s ženami (E) a text v pravé dolní části reklamy (oblast C). Studenti jiných oborů (Obr. 60) a pracující lidé (Obr. 61) se podle počtu fixací nejvíce zaměřili na titul reklamy (oblast A), obrázek s ženami (oblast E) a poté na text v pravé části uprostřed obrázku (oblast B). Studenti jiných oborů (Obr. 60) v porovnání s kartografy (Obr. 59) a pracujícími lidmi (Obr. 61) měli největší počet fixací v titulu reklamy.



Obr. 60 Stimulus reklamy č. 6 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Z analýzy ScanGraph bylo zjištěno, že téměř všichni respondenti ze všech tří skupin (27 kartografů, 22 studentů jiných oborů a 8 pracujících lidí) se dívali nejprve do obrázku (E) a poté do nadpisu (A). Pouze 2 lidé ze skupiny kartografů a studentů jiných oborů se dívalo nejprve do nadpisu (A) a poté do obrázku (E).

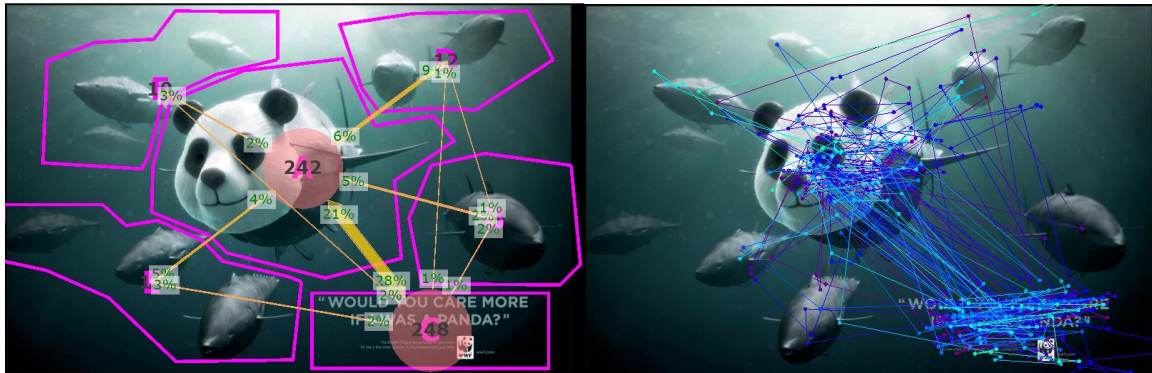


Obr. 61 Stimulus reklamy č. 6 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Z reklamy č. 6 byly získány řetězce pomocí nástroje ScanGraph. Dále byly vyexportovány do tabulky, kde byla spočítána průměrná hodnota počtu znaků, minimální a maximální počet znaků v dané skupině. Největší průměrný počet znaků v řetězci se vyskytl u skupiny pracujících lidí a kartografů (5 znaků v řetězci). Studenti jiných oborů měli průměrně 4 znaky v řetězci. Největší maximální počet znaků byl zaznamenán u skupiny pracujících lidí (10 znaků). Ve skupince studentů jiných oborů se objevil největší počet znaků 7, u kartografů o znak více (8 znaků). Co se týče minimálního počtu znaků v řetězci (1 znak), tak se objevil u studentů jiných oborů. U kartografů byl minimální počet znaků v řetězci o 2 znacích. Pracující lidé měli minimální počet znaků v řetězci 3 znaky.

## REKLAMA Č. 20

**Třináctým stimulem** byla reklama č. 20. Pro porovnání jednotlivých skupin byly vytvořeny obrázky s počtem fixací a trajektoriemi očí. Na obrázku (Obr. 62) lze vidět počet fixací u skupiny kartografů.



Obr. 62 Stimulus reklamy č. 20 pro kartografy (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

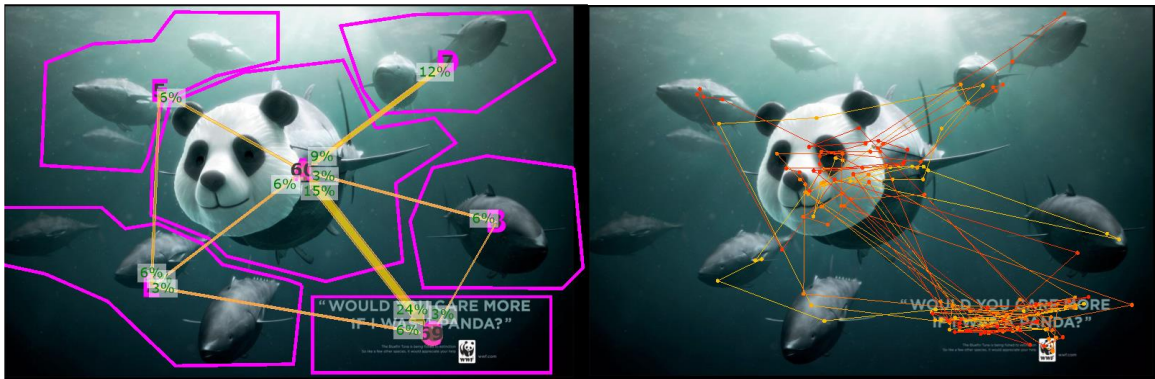
V porovnání počtů fixací kartografů (Obr. 62) nejvíce navštívili text (oblast C), obrázek pandy (oblast A) a dolní výřez obrázku se třemi rybami (oblast E). Studenti jiných oborů (Obr. 63) podle počtu fixací nejvíce navštívili text (oblast C), obrázek pandy (oblast A) a horní výřez obrázku se třemi rybami (oblast F). Pracující lidé nejvíce zaujal text (oblast C), obrázek pandy (oblast A) a oblasti s rybami (D+E), které měly obě po sedmi fixacích.



Obr. 63 Stimulus reklamy č. 20 pro studenty jiných oborů (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Participantů všech tří skupin (na základě ScanGraph) se nejprve podívali do obrázku pandy (A) poté do oblasti textu (C). Tato strategie je shodná pro 21 kartografů, 17 studentů jiných oborů a 6 respondentů ze skupiny pracujících lidí. Odlišným způsobem se na tento stimul dívali 3 nekartografové a 2 kartografové, kteří si první prohlédli obrázek pandy (A) a dále obrázek s třemi rybami (F).





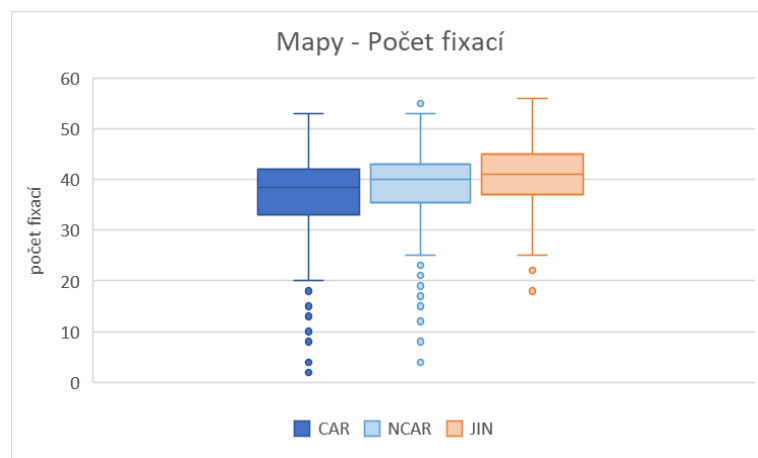
Obr. 64 Stimulus reklamy č. 20 pro skupinu pracujících lidí (vlevo počet fixací, vpravo Scanpath)

Řetězce daného stimulu (reklamy č. 20) byly získány z nástroje ScanGraph a poté vyexportovány do tabulky (zkrácené řetězce „collapsed“). V tabulce byl vypočten průměrný počet znaků v řetězci a také minimální a maximální počet znaků v řetězci. Skupina pracujících lidí a kartografů měla největší průměrný počet znaků v řetězci (5 znaků). Dále pak skupina studentů jiných oborů 4 znaky v řetězci. Co se týče maximálního počtu znaků v řetězci měla skupina kartografů a pracujících lidí (8 znaků). Studenti jiných oborů po 7 znacích. Minimální počet znaků v řetězci (2 znaky) měla skupina studentů jiných oborů, kartografové i pracující lidé.

### 5.3.2 Statistické shrnutí všech stimulů

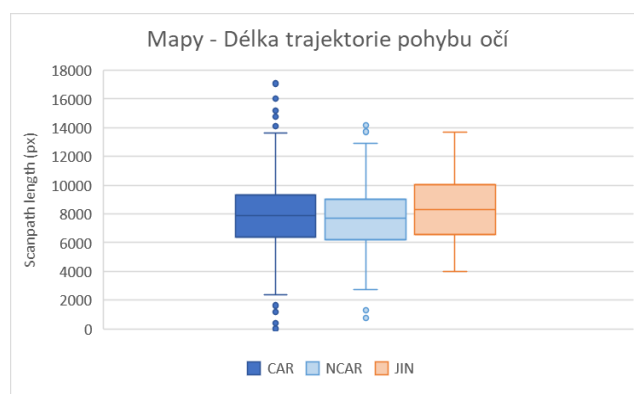
#### MAPY

Ve stimulech s mapami se kartografové nejčastěji dívali do oblasti mapy a poté svou pozornost upínali k legendě. Studenti jiných oborů se také nejvíce zaměřovali na oblast mapy, poté ale jejich pozornost směřovala více k titulu než k legendě. Skupina pracujících lidí se podle poměru počtu fixací na jednotlivé AOI více podobala kartografům než studentům jiných oborů. Při porovnání všech tří skupin se kartografové zaměřovali nejvíce na mapu, kdežto počet fixací u studentů jiných oborů byl vysoký i u titulu nebo legendy.



Graf 1 Krabicový graf pro porovnání počtu fixací u všech map

Pro porovnání počtu fixací pro všechny mapy byl vytvořen krabicový graf (Graf 1). Všechny skupiny jsou si navzájem podobny, nicméně průměrně nejvíce fixací bylo zaznamenáno u skupiny pracujících lidí. Střední hodnota (medián) všech skupin se pohybovala okolo čísla 40 a tak se skupiny zásadně mezi sebou nelišily. U skupiny kartografů a studentů jiných oborů lze pozorovat větší množství odlehlých hodnot. I v krabicovém grafu, který zobrazuje délku trajektorie pohybu očí (Graf 2), se u těchto dvou skupin nachází hodně odlehlých hodnot. Je to způsobeno větším počtem respondentů, kteří byli do dané skupiny zařazeni. Délka trajektorie pohybu očí je průměrně opět nejvyšší u pracujících lidí. Maximální hodnoty délky trajektorie očí dosahují někteří jedinci ze skupiny kartograficky vzdělaných. To samé ale platí i o minimální hodnotě délky trajektorie.



Graf 2 Krabicový graf pro porovnání délky trajektorii pohybu očí u všech map

Jelikož ale skupina pracujících lidí čítala malý počet lidí, byla spojena se skupinou studentů jiných oborů. V programu RStudio verze 0.99.896 byl pro hodnoty fixací vytvořen Wilcoxonův test. Zápis Wilcoxonova testu vypadal následovně:

```
Wilcox.test(car_mpfix,ncar_mpfix)
```

Výsledek Wilcoxonova testu:

```
Wilcoxon rank sum test with continuity correction
```

```
data: car_mpfix and ncar_mpfix
```

```
W = 137590, p-value < 2.2e-16
```

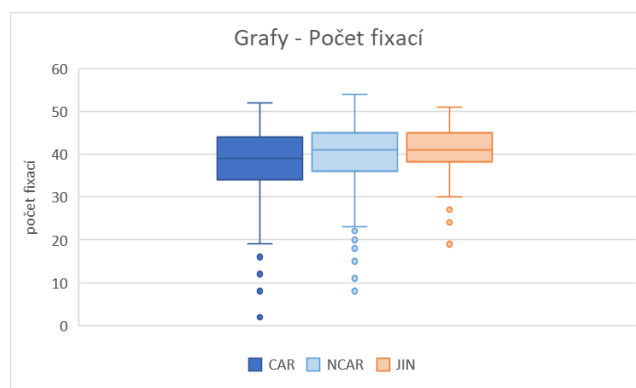
```
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Hodnota p value je v tomhle případě nižší než 0,05, proto zamítáme nulovou hypotézu a lze říci, že byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi skupinou kartografů a skupinou pracujících a studentů jiných oborů.

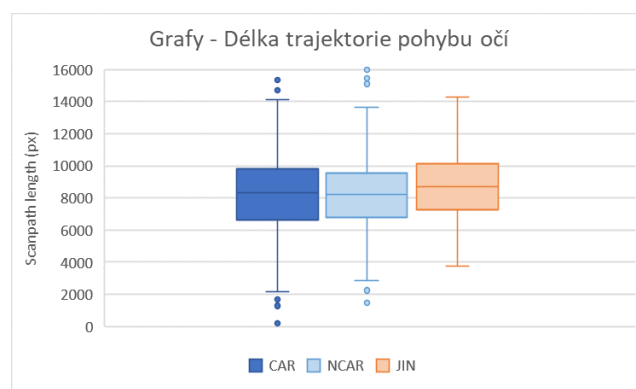
## GRAFY

Stejně jako u map i u grafů se kartografové z velké části zaměřovali na hlavní část, kterou byl graf. Skupina studentů jiných oborů se většinou ze stejné části dívala jak na graf, tak i na popisky os grafu nebo na nadpis grafu. Skupina pracujících se více podobala skupině studentů jiných oborů a taktéž nesledovala z velké části jen graf.

Při porovnání krabicového grafu (Graf 3) měli mírně více fixací opět skupina pracujících lidí. Pokud byla srovnána střední hodnota (medián), pohybovala se u všech tří skupin okolo hodnoty 40. I u dalšího grafu (Graf 4) měla průměrnou největší délku trajektorie skupina pracujících lidí. Boxploty u kartografů a studentů jiných oborů jsou více rozptýleny z důvodu většího množství respondentů.



Graf 3 Krabicový graf pro porovnání počtu fixací u všech grafů



Graf 4 Krabicový graf pro porovnání délky trajektorii pohybu očí u všech grafů

Stejný krok jako u map, byl udělán i u grafů. Zde byla opět spojena skupina studentů jiných oborů a skupina pracujících lidí. Zápis Wilcoxonova testu byl podobný, akorát byly použity hodnoty fixací naměřených pro stimuly grafů. Výsledek Wilcoxonova testu byl také podobný:

```

Wilcoxon rank sum test with continuity correction
data: car_grfix and ncar_grfix
W = 99365, p-value = 0.0001393
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

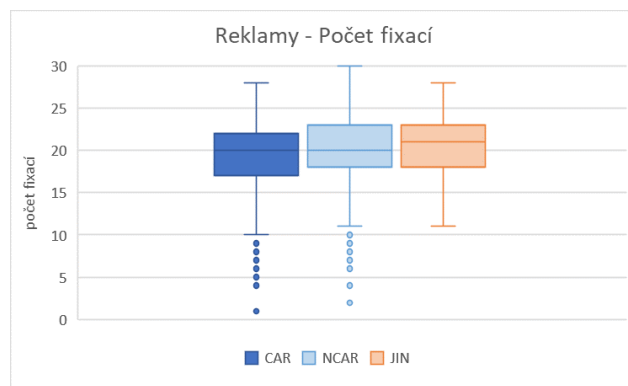
```

Stejně jako v případě map i zde byla hodnota p value menší než 0,05 a opět lze zamítnout nulovou hypotézu a říct, že byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami fixace u kartografů a hodnotami fixace u studentů jiných oborů a pracujících lidí.

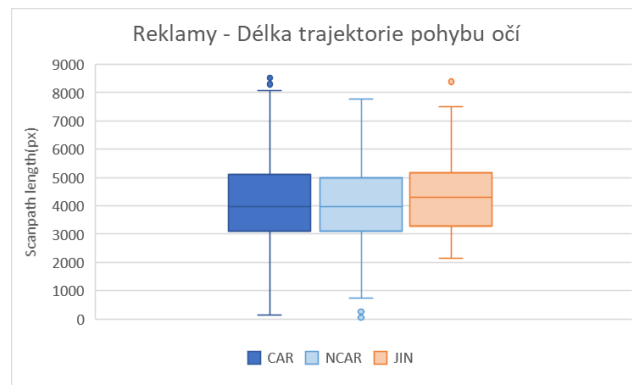
## REKLAMY

V posledním typu stimulu se všechny tři skupiny respondentů nejvíce dívaly na nadpis nebo nějaký tučný text, který popisoval danou reklamu. Na obrázek, který se v reklamě vyskytoval, se dívali z menší části. U stimulu reklam se nenachází žádný výrazný rozdíl mezi jednotlivými skupinami respondentů.

Vytvořené boxploty pro počet fixací u stimulu reklam (Graf 5) se právě u reklam nejvíce podobají. U reklam se totiž nenacházely žádné výrazné rozdíly mezi skupinami respondentů, a proto i vytvořené grafy jsou si hodně podobné. V počtu fixací u reklam jsou krabicové části téměř shodné. Jsou poznat pouze malé rozdíly. Střední hodnota se pohybuje kolem hodnoty 20. V grafu délky trajektorie pohybu očí (Graf 6) jsou výsledky také velmi podobné. Krabicové části grafu jsou taky téměř shodné, pouze vousy u skupiny kartografů a studentů jiných oborů jsou více rozptýlené.



Graf 5 Krabicový graf pro porovnání počtu fixací u všech reklam



Graf 6 Krabicový graf pro porovnání délky trajektorii pohybu očí u všech reklam

Výsledek Wilcoxonova testu pro reklamy:

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: car\_adfix and ncar\_adfix

W = 91424, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Výsledek Wilcoxonova testu je pro počet fixací i u reklamy podobný jako v případě dvou předchozích. Lze znovu říci, že byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi hodnotami.

## 6 DISKUZE

V teoretické části této práce bylo potřeba se zaměřit na hodnocení strategií čtení stimulů různými skupinami respondentů. V rešerši literatury byly zavedeny pouze tři okruhy) věnující se této problematice, kvůli atraktivnosti vybraných témat (medicína, letectví a kartografie). U některých odborných studií nejsou přímo vyhodnoceny strategie. Bylo to z toho důvodu, že na vyhodnocení strategií mělo být později navázáno, přestože článek uváděl ve své podstatě strategie čtení stimulů, která nebyla vyhodnocena. V hodnocení rozdílů strategií mezi experty a laiky, experti jednoznačně prokazovali svoji odbornost. Co se týče rešerše odborných článků, bylo zjištěno, že u hodnocení strategií mezi ženami a muži nebyl významný rozdíl, tudíž se tato bakalářská práce hodnocením rozdílů mezi těmito skupinami více nezabývá.

V praktické části bylo zapotřebí srovnat výpočetní rychlosti algoritmů použitých v nástroji ScanGraph. Bylo zjištěno, že tento nástroj má své omezení pro výpočty o delších řetězcích nebo při velkém počtu respondentů. Jelikož se nepředpokládá, že bude otestováno více jak 80 respondentů, nejsou tato výpočetní omezení až tak významná. Co však mohlo nastat by byl problém při velkém počtu znaků v řetězci. Metodou collapsed byl tento problém vyřešen a zkomprimován do řetězce o menším počtu znaků. Při vyhodnocení eye-tracking experimentu museli být někteří participanti ze svých skupin vyloučeni. Protože vykazovali známky špatné kalibrace očí nebo došlo ke špatnému exportu dat. Export dat z prostředí OGAMA mohl být proveden i pomocí nástroje smi2ScanGraph. Analýza strategií čtení stimulů měla být vyhodnocena jak pomocí nástroje ScanGraph, tak pomocí softwaru OGAMA. Nástroj ScanGraph nedisponuje přímo možností najít rozdíly ve strategiích čtení stimulu mezi kartografy, studenty jiných oborů a pracujícími lidmi, pouze je lze vzájemně porovnat mezi sebou na základě podobnosti sekvencí očí. Podle nastavení parametru  $p$  bylo možné najít pouze ty respondenty, kteří jsou si podobní (čím větší hodnota parametru  $p$ , tím více jsou si podobní).

Při porovnávání strategií různých skupin respondentů nemohly být skupiny hodnoceny mezi sebou podle absolutního počtu fixací, jelikož každá ze skupin měla odlišný počet respondentů. Každá skupina respondentů tedy byla hodnocena na základě poměru počtu fixací u daných AOI. Wilcoxonův test byl proveden pouze pro kartografy a nekartografy. Do nekartografů byly zařazeny skupiny studentů jiných oborů a pracující lidé, protože počet respondentů ve skupině pracujících lidí byl malý. Již zmíněný Wilcoxonův test nebyl proveden pro Scanpath Length, protože se vyskytly problémy v jeho výpočtu. Dále nebyl proveden pro výpočet Trial Duration, jelikož byl vždy u stimulu nastaven čas zobrazení.

Na tuto bakalářskou práci lze později navázat v hlubším kontextu na strategie čtení stimulů jednotlivými skupinami, které lze vytvořit pomocí nástroje ScanGraph.

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byla příprava, průběh a analýza eye-tracking experimentu zaměřeného na rozdílnou strategii čtení stimulů mezi různými skupinami respondentů.

Pro naplnění tohoto cíle bylo v teoretické části zapotřebí studium rešerše literatury zaměřující se na hodnocení rozdílů mezi skupinou expertů a laiků a mezi muži a ženami. Celkem byly vybrány tři okruhy věnující se této problematice (medicína, letectví, kartografie). Bylo zjištěno, že experti dané problematice rozumí více, mají kratší fixace a danou operaci vykonají dříve než skupina méně odborných lidí. Dalším krokem byla vytvořena přehledná tabulka studií z rešerše literatury věnující se problematice hodnocení strategií čtení stimulů. Bylo zjištěno, že u některých studií zabývající se problematikou hodnocení strategií se strategie neřešila nebo se hovořilo o její budoucí realizaci. Pro hodnocení strategií bylo třeba se seznámit s nástrojem ScanGraph. Tento nástroj obsahuje tři výpočetní algoritmy (Levenshtein, Damerau-Levenshtein a Needleman-Wunsch), které bylo potřeba popsat a výpočetně porovnat (doba trvání operace) nad různě dlouhými řetězci a počty respondentů. Data pro dobu trvání jednotlivých operací byla manuálně vytvořena a vygenerována pomocí password generátoru a zapracována do tabulky pro srovnání výpočetní náročnosti každého z algoritmů. Bylo zjištěno, že nástroj ScanGraph má své omezení ve výpočtu při více jak 80 respondentech, což v dosavadně sledovaných studiích tohoto počtu respondentů nedosáhla žádná ze studií. Následovala příprava a realizace eye-tracking experimentu, kde bylo zapotřebí vhodně navrhnout stimuly, skupiny a počet respondentů. Po konzultaci s vedoucím práce byl navržen eye-tracking experiment s počtem 57 stimulů (22 map, 15 grafů a 20 reklam) pro celkem 60 respondentů (20 účastníků pro každou skupinu kartografů, studentů jiných oborů a pracujících lidí). Pro záznam a export dat byl použit software SMI ExperimentCenter™ 3.7. Pro převod do prostředí softwaru OGAMA 5.0 byl použit nástroj smi2ogama. Analýza naměřených dat probíhala v prostředí nástroje ScanGraph (k analýze řetězců) a pro vizuální porovnání strategií kartografů, studentů jiných oborů a pracujících lidí byl použit software OGAMA 5.0. Při porovnání strategií jednotlivých skupin pomocí počtu fixací mezi jednotlivými skupinami bylo provedeno poměrově, protože každá ze skupin obsahovala jiný počet účastníků.

Ve stimulech s mapami se kartografové nejčastěji dívali do mapy, poté do legendy. Studenti jiných oborů se také zaměřili první na oblast map, dále však na titul a poté legendu. Skupina pracujících lidí v případě stimulů map se více podobala skupině kartografů.

Stejně jako u map i u grafů se kartografové více zaměřili na hlavní část, kterou tvořil graf. Skupina studentů jiných oborů se ze stejné části dívala jak na graf, tak i na popisky os grafu nebo na nadpis grafu. Skupina pracujících se více podobala skupině studentů jiných oborů a taktéž nesledovala z velké části jen graf.

U stimulu reklam se všechny tři skupiny respondentů nejvíce dívaly na nadpis nebo nějaký tučný text, který popisoval danou reklamu. Na obrázek, který se v reklamě vyskytoval, se dívali z menší části. U stimulů reklam se nenachází žádný výrazný rozdíl mezi jednotlivými skupinami respondentů.

Statistické výstupy pro porovnání jednotlivých skupin byly vyhodnoceny jak pomocí grafů (krabicové grafy z prostředí MS Excel 365), tak ze softwaru RStudio verze 0.99.896 (Wilcoxonův test). Wilcoxonův test byl proveden pouze pro kartografy a nekartografy. Do nekartografů byla zařazena skupina studentů jiných oborů společně s pracujícími lidmi, protože počet respondentů ve skupině pracujících lidí byl malý. Výsledek Wilcoxonova testu prokázal, že mezi jednotlivými skupinami je statisticky významný rozdíl (hodnota p value je ve všech případech menší, jak 0,05). Lze tedy říci, že byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi skupinou kartografů a skupinou pracujících a studentů jiných oborů.

## POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ALEXANDER, Gerianne M., Teresa WILCOX a Rebecca WOODS. Sex Differences in Infants' Visual Interest in Toys. *Archives of Sexual Behavior* [online]. 2009, 38(3), 427-433 [cit. 2017-07-18]. DOI: 10.1007/s10508-008-9430-1. ISSN 0004-0002.

ALEXANDER, Gerianne M. a Nora CHARLES. Sex Differences in Adults' Relative Visual Interest in Female and Male Faces, Toys, and Play Styles. *Archives of Sexual Behavior* [online]. 2009, 38(3), 434-441 [cit. 2017-07-19]. DOI: 10.1007/s10508-008-9429-7. ISSN 0004-0002.

BLAŽKOVÁ, K. Hodnocení preferencí uživatelů tištěných map. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra geoinformatiky. Vedoucí práce: RNDr. Alena Vondráková, Ph.D., LL.M. Olomouc, 2018.

ÇÖLTEKIN, A., S.I. FABRIKANT a Martin LACAYO. Exploring the efficiency of users' visual analytics strategies based on sequence analysis of eye movement recordings. *International Journal of Geographical Information Science* [online]. 2010, 24(10), 1559-1575 [cit. 2017-07-29]. DOI: 10.1080/13658816.2010.511718. ISSN 1365-8816. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658816.2010.511718>

DOLEZALOVA, J. a S. POPELKA. EVALUATION OF THE USER STRATEGY ON 2D AND 3D CITY MAPS BASED ON NOVEL SCANPATH COMPARISON METHOD AND GRAPH VISUALIZATION. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [online]. 2016, XLI-B2, 637-640 [cit. 2018-08-14]. DOI: 10.5194/isprsarchives-XLI-B2-637-2016. ISSN 2194-9034.

EIVAZI, Shahram, Roman BEDNARIK, Markku TUKIAINEN, Mikael VON UND ZU FRAUNBERG, Ville LEINONEN a Juha E. JÄÄSKELÄINEN. Gaze behaviour of expert and novice microneurosurgeons differs during observations of tumor removal recordings. In: *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications - ETRA '12* [online]. New York, New York, USA: ACM Press, 2012, 2012, s. 377- [cit. 2017-07-20]. DOI: 10.1145/2168556.2168641. ISBN 9781450312219.

HAREZLAK, Katarzyna, Pawel KASPROWSKI a Mateusz STASCH. Towards Accurate Eye Tracker Calibration – Methods and Procedures. *Procedia Computer Science* [online]. 2014, 35, 1073-1081 [cit. 2017-07-17]. DOI: 10.1016/j.procs.2014.08.194. ISSN 18770509.

HEWIG, Johannes, Ralf H. TRIPPE, Holger HECHT, Thomas STRAUBE a Wolfgang H. R. MILTNER. Gender Differences for Specific Body Regions When Looking at Men and Women. *Journal of Nonverbal Behavior* [online]. 2008, 32(2), 67-78 [cit. 2017-07-19]. DOI: 10.1007/s10919-007-0043-5. ISSN 0191-5886.

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.

JARODZKA, Halszka, Katharina SCHEITER, Peter GERJETS a Tamara VAN GOG. In the eyes of the beholder: How experts and novices interpret dynamic stimuli. *Learning and Instruction* [online]. 2010, 20(2), 146-154 [cit. 2017-07-18]. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2009.02.019. ISSN 09594752.



JUNG, C.G. Psychological types. Rev. / by R.F.C. Hull. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1971. [cit. 2017-07-17]. ISBN 9780691018133.

KAHNEMAN, Daniel. Attention and effort. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, [1973]. [cit. 2017-07-17]. ISBN 0130505188.

KONÍČEK, J. Hodnocení infografiky pomocí eye-trackingu. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Katedra geoinformatiky. Vedoucí práce: Mgr. Stanislav Popelka, Ph.D. Olomouc, 2018.

LI, Xia, Arzu ÇÖLTEKIN a Menno-Jan KRAAK. Visual Exploration of Eye Movement Data Using the Space-Time-Cube. FABRIKANT, Sara Irina, Tumasch REICHENBACHER, Marc VAN KREVELD a Christoph SCHLIEDER, ed. Geographic Information Science [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010, 2010, s. 295-309 [cit. 2017-07-17]. Lecture Notes in Computer Science. DOI: 10.1007/978-3-642-15300-6\_21. ISBN 978-3-642-15299-3.

MIKŠÍK, Oldřich. Psychologická charakteristika osobnosti. 2., přeprac. vyd. Praha: Karolinum, 2007. [cit. 2017-07-21]. ISBN 978-80-246-1304-8.

MYERS, Isabel Briggs. The Myers-Briggs Type Indicator: Manual (1962) [online]. Palo Alto: Consulting Psychologists Press, 1962 [cit. 2017-07-17]. DOI: 10.1037/14404-000.

NAKONEČNÝ, Milan. Sociální psychologie. Vyd. 2., rozš. a přeprac. Praha: Academia, 2009. [cit. 2017-07-17]. ISBN 978-80-200-1679-9.

OOMS, K., P. DE MAEYER a V. FACK. Study of the attentive behavior of novice and expert map users using eye tracking. Cartography and Geographic Information Science [online]. 2013, 41(1), 37-54 [cit. 2017-07-26]. DOI: 10.1080/15230406.2013.860255. ISSN1523-0406.

OOMS, Kristien, Ahmet OZGUR DOGRU a Philippe DE MAEYER. Digital sketch maps and eye tracking statistics as instruments to obtain insights into spatial cognition. Journal of Eye Movement Research. 2018. [cit. 2017-07-27]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/158976566.pdf>. ISSN 1995-8692.

OTTATI, W. Leigh, Joseph C. HICKOX a Jeff RICHTER. Eye Scan Patterns of Experienced and Novice Pilots during Visual Flight Rules (VFR) Navigation. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting [online]. 2016, 43(1), 66-70 [cit. 2017-07-18]. DOI: 10.1177/154193129904300114. ISSN 1541-9312.

SALVUCCI, Dario D. a Joseph H. GOLDBERG. Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. In: Proceedings of the symposium on Eye tracking research & applications - ETRA '00 [online]. New York, New York, USA: ACM Press, 2000, 2000, s. 71-78 [cit. 2017-07-17]. DOI: 10.1145/355017.355028. ISBN 1581132808.

SCHRIVER, Angela T., Daniel G. MORROW, Christopher D. WICKENS a Donald A. TALLEUR. Expertise Differences in Attentional Strategies Related to Pilot Decision Making. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society [online]. 2008, 50(6), 864-878 [cit. 2017-07-21]. DOI: 10.1518/001872008X374974. ISSN 0018-7208.

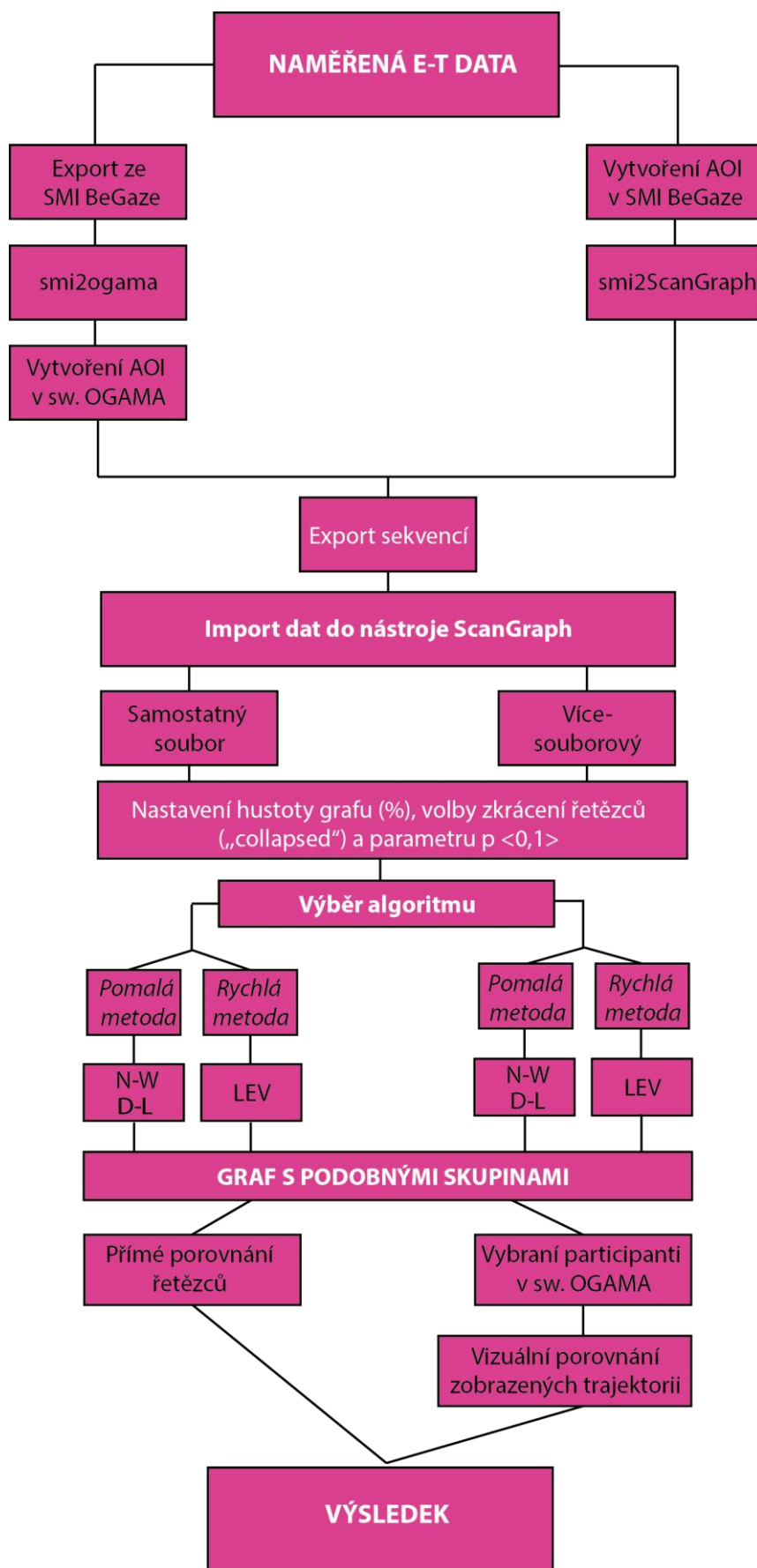
VOSSKÜHLER, Adrian, Volkhard NORDMEIER, Lars KUCHINKE a Arthur M. JACOBS. OGAMA (Open Gaze and Mouse Analyzer): Open-source software designed to analyze eye and mouse movements in slideshow study designs. Behavior Research Methods [online]. 2008, 40(4), 1150-1162 [cit. 2018-08-11]. DOI: 10.3758/BRM.40.4.1150. ISSN 1554-351X. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.3758/BRM.40.4.1150>

WEST, Julia M., Anne R. HAAKE, Evelyn P. ROZANSKI a Keith S. KARN. EyePatterns. In: Proceedings of the 2006 symposium on Eye tracking research & applications - ETRA '06 [online]. New York, New York, USA: ACM Press, 2006, 2006, s. 149- [cit. 2018-08-11]. DOI: 10.1145/1117309.1117360. ISBN 1595933050.

WETZEL, Paul A., Gretchen KRUEGER-ANDERSON, Christine POPRIK a Peter BASCOM. An Eye Tracking System For Analysis of Pilot's Scan Path. 1997. [cit. 2017-07-25].

WILSON, Mark, John MCGRATH, Samuel VINE, James BREWER, David DEFRIEND a Richard MASTERS. Psychomotor control in a virtual laparoscopic surgery training environment: gaze control parameters differentiate novices from experts. Surgical Endoscopy [online]. 2010, 24(10), 2458-2464 [cit. 2017-07-17]. DOI: 10.1007/s00464-010-0986-1. ISSN 0930-2794.

## **PŘÍLOHY**



Příloha 1 Manuál pro nástroj ScanGraph

# **SEZNAM PŘÍLOH**

## **Vázané přílohy:**

Příloha 1    Manuál pro nástroj ScanGraph

## **Volné přílohy**

Příloha 2    Poster

Příloha 3    Krabicové grafy k porovnávaným stimulům

Příloha 4    DVD